



**BUKU INFORMASI**  
**MELAKSANAKAN PEKERJAAN PERKERASAN**  
**BETON SEMEN**  
**F.421110.007.04**



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT**  
**DIREKTORAT JENDERAL BINA KONSTRUKSI**  
**DIREKTORAT BINA KOMPETENSI DAN PRODUKTIVITAS KONSTRUKSI**  
Jl. Sapta Taruna Raya, Komplek PU Pasar Jumat, Jakarta Selatan

**2018**

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI .....	1
BAB I PENDAHULUAN .....	3
A. Tujuan Umum .....	3
B. Tujuan Khusus .....	3
BAB II MELAKUKAN PERSIAPAN PEKERJAAN PERKERASAN BETON SEMEN .....	5
A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Melakukan Persiapan Pekerjaan Perkerasan Beton Semen .....	5
1. Gambar Kerja dan Spesifikasi Teknik .....	5
2. Pemilihan Sumber Daya (Manusia, Material, dan Alat) Pekerjaan Perkerasan Beton Semen .....	13
3. Hasil Survei Lapangan Pekerjaan Perkerasan Beton Semen .....	26
4. Metode Pelaksanaan Pekerjaan Perkerasan Beton Semen .....	33
B. Keterampilan yang Diperlukan Melakukan Persiapan Pekerjaan Perkerasan Beton Semen .....	40
C. Sikap Kerja dalam Melakukan Persiapan Pekerjaan Perkerasan Beton Semen .....	40
BAB III MENERAPKAN TAHAPAN PELAKSANAAN PEKERJAAN PERKERASAN BETON SEMEN.....	41
A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Menerapkan Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Perkerasan Beton Semen .....	41
1. Pemasangan Patok-Patok Garis Ketinggian Pekerjaan Beton Semen .....	41
2. Pelaksanaan Pekerjaan Perkerasan Beton Semen .....	41
3. Pengendalian Mutu .....	92
4. Pengawasan dan Pengendalian Pelaksanaan Pekerjaan Perkerasan Berbutir .....	96
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Menerapkan Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Perkerasan Beton Semen .....	101

Modul Pelatihan Berbasis Kompetensi Sub-Bidang Tenaga Pelatihan	Kode Modul F. 421110.007.04
C. Sikap Kerja dalam Menerapkan Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Perkerasan Beton Semen .....	102
BAB IV MELAKUKAN PERHITUNGAN KUANTITAS PERKERASAN BETON SEMEN ..	103
A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Melakukan Perhitungan Kuantitas Perkerasan Beton Semen .....	103
1. Pemeriksaan Data Hasil Uji Mutu dan Dimensi Perkerasan Beton Semen .....	103
2. Perhitungan Kuantitas Pekerjaan Perkerasan Beton Semen .....	103
3. Kemajuan Pekerjaan Beton Semen .....	105
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Melakukan Perhitungan Kuantitas Perkerasan Beton Semen .....	105
C. Sikap Kerja dalam Melakukan Perhitungan Kuantitas Perkerasan Beton Semen .....	106
BAB V MENGOMPILASI FORMULIR HASIL PEKERJAAN PERKERASAN BETON SEMEN .....	107
A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Mengompilasi Formulir Hasil Pekerjaan Perkerasan Beton Semen .....	107
1. Pemeriksaan Terhadap Formulir Hasil Pekerjaan Perkerasan Beton Semen .....	107
2. Rekapitulasi Pekerjaan Perkerasan Beton Semen .....	108
3. Rangkuman Rekapitulasi Pekerjaan Perkerasan Beton Semen .....	108
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Mengompilasi Formulir Hasil Pekerjaan Perkerasan Beton Semen .....	110
C. Sikap Kerja dalam Mengompilasi Formulir Hasil Pekerjaan Perkerasan Beton Semen .....	110
Judul Modul Melaksanakan Pekerjaan Perkerasan Beton Semen Buku Informasi Versi: 2018	Halaman 2 dari 111

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Tujuan Umum**

Setelah mempelajari modul ini peserta latih diharapkan Mampu Melaksanakan Pekerjaan Perkerasan Beton Semen.

#### **B. Tujuan Khusus**

Adapun tujuan mempelajari unit kompetensi melalui buku informasi Melaksanakan Pekerjaan Perkerasan Beton Semen ini guna memfasilitasi peserta latih sehingga pada akhir pelatihan diharapkan memiliki kemampuan sebagai berikut:

1. Melakukan persiapan pekerjaan perkerasan beton semen yang meliputi kegiatan menerjemahkan gambar kerja dan spesifikasi teknik, menyiapkan hasil pemilihan sumber daya pekerjaan perkerasan beton semen, menyiapkan hasil survei lapangan pekerjaan perkerasan beton semen, dan menginstruksikan kepada bawahan tentang pelaksanaan pekerjaan perkerasan beton semen yang mengacu pada metode kerja.
2. Menerapkan tahapan pelaksanaan pekerjaan perkerasan beton semen yang meliputi kegiatan menginstruksikan penghamparan lapisan perkerasan beton semen, menginstruksikan pelaksanaan pemadatan lapisan perkerasan beton semen sesuai dengan gambar kerja, spesifikasi teknik, dan jadwal pelaksanaan, mengawasi pelaksanaan pekerjaan perkerasan beton semen sesuai dengan instruksi kerja, dan menginstruksikan perbaikan terhadap pekerjaan perkerasan beton semen diluar ketentuan toleransi.
3. Melakukan perhitungan kuantitas perkerasan beton semen yang meliputi kegiatan memeriksa data hasil uji mutu dan dimensi pekerjaan perkerasan beton semen, menghitung kuantitas pekerjaan perkerasan beton semen, dan mencatat kemajuan pekerjaan perkerasan beton semen.
4. Mengompilasi formulir hasil pekerjaan perkerasan beton semen yang meliputi kegiatan memeriksa formulir hasil pekerjaan perkerasan beton semen,

membuat daftar rekapitulasi pekerjaan perkerasan beton semen, dan melaporkan daftar rekapitulasi pekerjaan perkerasan beton semen kepada atasan langsung.

## BAB II

### MELAKUKAN PERSIAPAN PEKERJAAN PERKERASAN BETON SEMEN

#### A. Pengetahuan yang Dipelukan dalam Melakukan Persiapan Pekerjaan Perkerasan Beton Semen

Rigid pavement menahan beban terbesar, berbeda dengan perkerasan lentur dimana kekuatan perkerasan diperoleh dari lapisan tebal pondasi bawah, pondasi dan lapisan permukaan.

Karena hal tersebut maka pelaksanaan pekerjaan perkerasan beton semen harus betul- betul dilakukan sesuai spesifikasi sehingga struktur tersebut akan betul- betul dapat menahan beban sesuai rencana.

##### 1. Gambar Kerja dan Spesifikasi Teknik

Didalam melaksanakan pekerjaan dilapangan, pelaksana lapangan berpedoman pada gambar kerja dan spesifikasi teknik.

Gambar kerja merupakan gambar detail yang dibuat berdasarkan gambar kontrak atau gambar tender dan sudah disesuaikan dengan kondisi lapangan serta hasil pengukuran pada Mutual Check Awal (MC-0).

Spesifikasi teknik pekerjaan Perkerasan Beton semen dapat dilihat pada dokumen kontrak dan mengikat untuk pelaksanaan pekerjaan dilapangan.

Berikut contoh spesifikasi teknik untuk pekerjaan Perkerasan Beton Semen.

##### a. Pelaksanaan Pekerjaan

###### 1) Umum

Sebelum memulai pekerjaan beton semua pekerjaan pondasi Agregat, *ducting* dan *kerb* yang berdekatan harus sudah selesai dan disetujui Konsultan Pengawas.

Kecuali untuk daerah yang tercakup, semua beton harus dihamparkan merata, dipadatkan dan diselesaikan dengan mesin.

###### 2) Pemasangan Acuan

Acuan harus dipasang dimuka bagian perkerasan yang sedang dilaksanakan, agar mempermudah pelaksanaan dan persetujuan

pekerjaan yang harus memperhatikan bentuk permukaan yang berdekatan. Acuan harus dipasang pada tempatnya dengan menggunakan sekurang-kurangnya 3 paku untuk setiap 3 m bagian panjang acuan. Patok (pin) ini harus diletakkan pada masing-masing sisi setiap sambungan. Acuan harus kokoh dan tidak goyah. Toleransi acuan dari garis yang sebenarnya tidak boleh lebih dari 5 mm. Acuan harus dibuat sedemikian rupa sehingga kokoh, tanpa terlihat adanya lentingan atau penurunan, terhadap benturan dan getaran dari peralatan pemadat dan penempa. Acuan harus bersih dan dilapisi pelumas sebelum beton dihamparkan.

Alinemen dan elevasi kelandaian acuan harus diperiksa dan bila perlu diperbaiki oleh Kontraktor segera sebelum beton dihamparkan. Bila acuan berubah posisinya atau kelandaianannya tidak stabil, maka harus dibetulkan dan diperiksa ulang.

### 3) Penghamparan Beton

Beton harus dihampar dengan ketebalan sedemikian rupa sehingga dihindari terjadinya pemindahan atau pengerjaan ulang. Apabila truk mixer, truk pengaduk, atau alat angkutan lainnya tidak dilengkapi dengan alat penumpah beton tanpa menimbulkan segregasi material, maka beton harus diturunkan ke alat penghampar dan dihamparkan secara mekanis sedemikian rupa untuk mencegah segregasi. Penghamparan harus dilakukan secara kontinyu di antara sambungan melintang tanpa sekatan sementara. Bila penghamparan perlu dilakukan dengan tangan, harus memakai sekop. Pekerja tidak boleh menginjak hamparan beton memakai sepatu yang kotor.

Bila lajur yang dikerjakan bersambungan dengan lajur perkerasan yang telah selesai lebih dahulu, dan peralatan mekanik harus bekerja di atas lajur tersebut, kekuatan beton lajur itu harus sudah mencapai sekurang-kurangnya 90% dari kekuatan beton 28 hari. Jika hanya peralatan finishing yang melewati lajur existing, pekerjaan ini bisa

dilakukan setelah umur betonnya mencapai 3 hari. Beton harus dipadatkan secara merata, pada tepi dan sepanjang acuan, dan pada kedua sisi setiap sambungan, dengan menggunakan vibrator yang dibenamkan ke dalam beton. Vibrator tidak boleh menyentuh langsung perlengkapan sambungan atau sisi acuan. Vibrator tidak boleh digunakan lebih dari 5 detik pada setiap tempat. Beton harus dituangkan sedekat mungkin dengan sambungan kontraksi dan sambungan ekspansi tanpa merusaknya, tetapi tidak dituangkan langsung dari corong curah ke arah perlengkapan sambungan kecuali corong curah tersebut telah ditempatkan sedemikian rupa sehingga penumpahan beton tidak menggeser posisi sambungan.

#### 4) Penempatan Baja Tulangan

Setelah beton dituangkan, baja tulangan harus ditempatkan agar sesuai dengan bentuk penampang melintang yang tercantum pada Gambar. Bila beton dihamparkan dalam dua lapisan, lapisan bawah harus dihampar sehingga anyaman kawat baja atau bar mat dapat diletakkan di atas beton dengan tepat. Baja tulangan harus langsung diletakkan di atas hamparan beton tersebut, sebelum lapisan atasnya dituangkan. Lapisan bawah beton yang sudah dituangkan lebih dari 30 menit tanpa diikuti penghamparan lapisan atas harus dibongkar dan diganti dengan beton baru atas biaya Kontraktor. Bila perkerasan beton dibuat langsung dalam satu lapisan, baja tulangan harus diletakkan sebelum beton dihamparkan, atau ditempatkan pada kedalaman sesuai ketentuan Gambar pada beton yang masih lembek, setelah terhampar, dengan memakai alat mekanik atau vibrator.

Pada sambungan antara anyaman kawat baja, kawat pertama dari anyaman itu harus terletak di atas anyaman yang sebelumnya, dengan bagian yang saling tindih (*overlap*) tidak kurang dari 450 mm. Baja tulangan harus bersih dari kotoran, minyak, cat, lemak, dan karat yang akan mengganggu kelekatan baja dengan beton.



5) Finishing dengan Mesin

Begitu dituangkan, beton harus segera disebar, dipadatkan dan diratakan dengan mesin finishing. Mesin harus melintasi setiap bagian permukaan jalan beberapa kali dengan interval yang semestinya untuk menciptakan kepadatan yang memadai dan permukaan yang rata. Bagian atas acuan harus tetap bersih dan gerakan mesin diatas acuan jangan sampai bergetar atau goyah sehingga mengganggu kecermatan pekerjaan finishing. Pada lintasan pertama mesin finishing, beton didepan screed harus dibuat rata pada keseluruhan jalur yang dikerjakan.

6) Finishing dengan Tangan

Bila luas perkerasan beton relatif kecil atau bentuknya tidak beraturan, atau bila tempat kerja sangat terbatas untuk dilaksanakan dengan metode seperti yang ditentukan dalam sub Pasal (e) di atas, beton harus dihampar dan diratakan dengan tangan tanpa segregasi atau pemadatan awal.

Beton yang akan dipadatkan dengan balok vibrator, harus ditekan sampai level tertentu sehingga setelah kandungan udara dibuang melalui pemadatan, permukaannya akan lebih tinggi dari pada acuan samping. Beton harus dipadatkan dengan balok pemadat dari baja atau dari kayu keras beralas baja dengan lebar tidak kurang dari 75 mm, tinggi tidak kurang dari 225 mm, dan daya penggerakannya tidak kurang dari 250 watt per meter lebar perkerasan beton. Balok diangkat dan digerakkan maju sedikit demi sedikit dengan jarak tidak lebih dari lebar balok. Juga bisa dipakai pemadat vibrasi berbalok ganda dengan daya yang sama. Bila ketebalan beton melebihi 200 mm, atau bila diperintahkan oleh Konsultan Pengawas, untuk menyempurnakan pemadatan dapat dilakukan vibrasi internal tambahan pada seluruh lebar perkerasan. Setelah setiap 1,5 m panjang perkerasan beton dipadatkan, balok vibrasi harus mengulang

lagi dengan pelan-pelan pada permukaan yang sudah dipadatkan itu untuk menghaluskan permukaan. Permukaan jalan harus diukur kerataannya dengan paling sedikit 2 kali lintasan mal datar yang digeserkan, dengan panjang tidak kurang dari 1,8 m. Bila permukaan lapisan rusak karena mal datar (*straight-edge*), karena permukaan tidak rata, balok vibrasi harus digunakan lagi, lalu diikuti dengan mal-datar lagi.

Bila penghamparan perkerasan beton harus dilakukan dengan dua lapisan, lapisan pertama harus dihamparkan, dan dipadatkan sampai level tertentu sehingga baja tulangan setelah terpasang mempunyai tebal pelindung yang cukup. Segera setelah itu lapisan atas beton dituangkan dan di *finishing*.

#### 7) Pelepaan (Floating)

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

##### a) Metode Manual

Untuk ini dapat digunakan pelepa longitudinal dengan panjang tidak kurang dari 350 mm dan lebar tidak kurang dari 150 mm, dilengkapi dengan pengaku agar tidak melentur atau melengkung. Pelepa longitudinal dioperasikan dari atas jembatan yang dipasang merentangi kedua sisi acuan tapi tanpa menyentuh beton, digerakkan seperti gerakan menggergaji, 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. Dengan mesin Pelepa mekanik harus jenis yang disetujui Konsultan Pengawas 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 pada 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 diatas, untuk menutup dan menghaluskan lubang-lubang pada permukaan beton dapat digunakan pelepa dengan batang pegangan yang panjang (bertangkai), dengan papan panjang tidak kurang dari 1,5 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.

#### 8) Memperbaiki Permukaan

Setelah pelepaan selesai dan kelebihan air dibuang, sementara beton masih lembek, bagian-bagian yang melesak harus segera diisi dengan beton bam, ditempa, dikonsolidasi dan di finishing lagi. Daerah yang menonjol/berlebih harus dipotong dan difinishing lagi. Sambungan harus diperiksa rataannya. Permukaan harus terus diperiksa dan dibetulkan 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 (*straightedge*) tidak boleh melebihi toleransi yang ditentukan dalam Spesifikasi.

9) Membentuk Tepian

Segera setelah beton ditempa dan dipadatkan, tepian perkerasan beton disepanjang acuan dan pada sambungan harus diselesaikan dengan alat untuk membentuk permukaan lengkung yang halus dengan radius tertentu yaitu, bila tak ditentukan lain adalah 12 mm.

10) Penyelesaian Permukaan

Setelah sambungan dan tepian selesai, dan sebelum bahan pengawet (*curing*) digunakan, permukaan beton harus dikasarkan dengan disikat melintang garis sumbu (*center line*) jalan. Pengkasaran ini dilakukan dengan menggunakan sikat kawat selebar tidak kurang dari 450 mm, dan panjang kawat sikat dalam keadaan bam adalah 100 mm dengan masing-masing untaian terdiri dari 32 kawat. Sikat harus terdiri dari 2 baris untaian kawat, yang diatur berselang-seling sehingga jarak masing-masing pusat untaian maksimum 10 mm. Sikat harus diganti bila bulu terpendek panjangnya sampai 90 mm. Kedalaman tekstur rata-rata tidak boleh kurang dari 0,75 mm.

11) Menguji Permukaan

Begitu beton mengeras, permukaan jalan harus diuji memakai mal datar (*straightedges*) 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 gurinda yang telah disetujui sampai bila dites lagi, ketidak-rataannya tidak lebih dari 3 mm. Bila penyimpangan dari penampang melintang yang sebenarnya lebih dari 12,5 mm, lapisan jalan harus dibongkar dan diganti oleh Kontraktor atas biaya sendiri. 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.

#### 12) Pengawetan (Curing)

Permukaan beton yang terbuka harus segera dilapisi pengawet (*curing compound*) setelah difinishing dengan sikat, dengan menyemprotkan bahan pengawet pada permukaan menggunakan penyemprot atau alat lain yang disetujui dengan kecepatan 0,22-0,27 lt/m<sup>2</sup> untuk penyemprotan mekanis atau 0.27-0.36 lt/m<sup>2</sup> untuk penyemprotan manual. Bahan ini tak boleh masuk ke alur pada alur-alur sambungan. Setelah pekerjaan finishing selesai dan kerusakan pada beton tak akan terjadi, seluruh permukaan beton tersebut harus segera dilapisi penutup, dapat berupa karung goni, dan dirawat dengan metode tertentu. Bila gagal menyediakan bahan penutup dan air yang cukup untuk perawatan yang memadai dan memenuhi persyaratan lainnya dengan semestinya, maka pekerjaan beton harus dihentikan.

#### 13) Membongkar Acuan

Kecuali bila ditentukan lain, acuan tidak boleh dibongkar dari beton yang baru dihamparkan sebelum mencapai waktu paling sedikit 12 jam. Acuan harus dibongkar dengan hati-hati agar beton tidak rusak. Setelah dibongkar, bagian sisi plat beton harus dirawat (*curing*) sesuai dengan di atas. Daerah rongga (*honeycomb*) yang kecil harus dibersihkan, dibasahi dan didempul dengan adukan semen kental dengan perbandingan 1 semen dan 2 agregat halus. Rongga (*honeycomb*) yang besar dianggap sebagai kerusakan, harus dibongkar dan diganti. Bagian yang dibongkar tidak boleh kurang dari 3 m panjangnya atau kurang dari lebar seluruh lajur yang terkena pembongkaran. Bagian yang tersisa dari pembongkaran yang berdekatan dengan sambungan yang panjangnya kurang dari 3 m harus ikut dibongkar dan diganti.

#### 14) 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 akan diinstruksikan oleh Konsultan Pengawas, bila percobaan pertama dinilai tidak memuaskan.

Setelah percobaan pertama disetujui oleh Konsultan Pengawas, 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. Kontraktor harus menyampaikan kepada Konsultan Pengawas, paling lambat 1 bulan sebelum pelaksanaan percobaan pertama, uraian terperinci mengenai instalasi, peralatan dan metode pelaksanaan pekerjaan. Pembangunan instalasi, traktor tidak boleh melanjutkan menghamparkan perkerasan beton sebagai pekerjaan permanen sebelum ada persetujuan terhadap hasil percobaan, atau belum ada ijin dari Konsultan Pengawas untuk melaksanakan percobaan lanjutan.

Agar pekerjaan "percobaan lanjutan" disetujui, hasil pekerjaan tersebut harus sesuai dengan Spesifikasi tanpa ada pekerjaan perbaikan. Bila hasil "percobaan lanjutan" tidak sesuai dengan Spesifikasi, Kontraktor harus menyiapkan lokasi percobaan lanjutan yang lain. Panjang jalan "percobaan lanjutan" yang tidak sesuai dengan Spesifikasi harus dibongkar, kecuali bila Konsultan Pengawas menentukan lain.

## 2. Pemilihan Sumber Daya (Manusia, Material, dan Alat) Pekerjaan Perkerasan Beton Semen

### a. Peralatan

Dengan cara mempelajari prosedur permintaan peralatan yang berlaku pada perusahaan, melaksanakan prosedur yang ada, meminta peralatan

alat berat sesuai dengan kebutuhan, dan spesifikasi peralatan sesuai dengan spesifikasi teknis dan metoda pelaksanaan.

Berikut contoh prosedur perencanaan kebutuhan alat yang perlu diketahui oleh pelaksana:

#### Prosedur Perencanaan Kebutuhan Alat Proyek

- ❖ Tujuan : Untuk dapat memnuhi kebutuhan alat secara efisien dan produktif dalam pelaksanaan proyek.
- ❖ Ruang Lingkup : Proyek
- ❖ Definisi :
  - Perencanaan kebutuhan alat proyek adalah untuk proyek yang sudah didapat.
  - Kebutuhan alat adalah kebutuhan riil mencakup jenis, kapasitas, dan jumlah alat yang diperlukan.
- ❖ Prosedur:
  - (a) Mempelajari data-data pekerjaan/proyek yang akan dilaksanakan
  - (b) Menyempurnakan metode konstruksi
  - (c) Membuat alternative pemilihan jenis dan kapasitas alat yang sesuai dengan metoda konstruksi yang direncanakan serta memenuhi aspek teknis sesuai dengan kondisi medan, dengan melakukan perhitungan-perhitungan:
    - Kapasitas produksi alat;
    - Komposisi dan jumlah alat yang diperlukan;
    - Estimasi beban investasi alat;
    - Estimasi beban operasi alat, dan lain-lain.
  - (d) Pada setiap alternative dihitung kelayakan ekonomisnya
    - Memilih alternative terbaik dan dapat dilaksanakan dengan memperhatikan biaya, mutu dan waktu selanjutnya hal tersebut menjadi Perencanaan Kebutuhan Alat untuk proyek dimaksud.

#### b. Bahan

Sebelum meminta bahan yang diperlukan, pelaksana perlu untuk mempelajari spesifikasi bahan dimaksud. Disamping hal tersebut, dengan

melihat gambar kerja maka dapat dihitung volume bahan yang diminta. Setiap perusahaan mempunyai prosedur (SOP) permintaan bahan untuk kontrol biaya pemakaian bahan. Prosedur tersebut harus dipelajari dulu dan diisi untuk disampaikan ke bagian logistik.

Apabila sudah membuat schedule kedatangan bahan, maka dapat dirinci, kebutuhan bahan sesuai waktu dan volume yang sudah dicantumkan pada schedule tersebut.

Berikut contoh format yang dibutuhkan:

- 1) Uraian kebutuhan material;
- 2) Rincian jenis material;
- 3) Daftar kriteria keberterimaan material/produk.

c. Tenaga kerja

Pertama harus diketahui terlebih dahulu prosedur penyiapan tenaga kerja sesuai prosedur yang ditetapkan proyek. Dari schedule pengadaan tenaga kerja maka dapat dihitung kebutuhan tenaga kerja dengan kualifikasi tertentu.

Berikut prosedur pengadaan tenaga kerja dimana pelaksana lapangan biasanya hanya ditugaskan untuk pengadaan mandor borong saja.

Pengadaan Tenaga Kerja

Pengadaan tenaga kerja untuk pelaksanaan proyek dilakukan dengan cara:

- 1) Langsung oleh perusahaan;  
Umumnya bukan untuk menangani pekerjaan utama dan secara relatif jumlahnya tidak banyak.
- 2) Menggunakan mandor;
  - a) Pengadaan tenaga kerja melalui Mandor Borong ini untuk menangani pekerjaan utama maupun yang bukan pekerjaan utama dengan maksud untuk lebih terkendali dalam pembiayaan proyek. Mandor Borong dan Tukang diharuskan mempunyai Sertifikat Kompetensi Terampil (SKT).



- b) Penunjukkan Mandor Borong oleh Kepala Proyek menggunakan Surat Perintah Kerja (SPK) dengan batas kewenangan sama seperti batas kewenangan Kepala Proyek dalam menerbitkan Surat Perjanjian Pemborongan Pekerjaan (SPPP) kepada Sub Pelaksana Konstruksi.
- c) Penunjukkan Mandor Borong adalah sebagai berikut:
- (1) Pelaksana membuat rencana pengadaan tenaga kerja sesuai dengan program kerja detail yang telah disepakati bersama, dan menyerahkan rencana tersebut kepada atasan langsung.
  - (2) Atasan langsung memeriksa rencana tersebut dan mengajukan beberapa calon Mandor Borong.
  - (3) Kepala Proyek dibantu oleh Staf Teknik mengadakan seleksi mandor berdasarkan referensi pengalaman kerja, dan wawancara terhadap mandor yang bersangkutan dengan menggunakan formulir DPM (untuk pekerjaan di atas Rp.50 juta dan jumlah Mandor Borong yang memiliki referensi sesuai pekerjaan yang akan diserahkan lebih dari 1 atau sama dengan 3 mandor), kemudian menunjuk mandor yang lulus dalam seleksi tersebut.
  - (4) Staf Teknik proyek menyiapkan Surat Perintah Kerja (SPK) dengan mengacu kepada Berita Acara hasil seleksi, dan wawancara terhadap Mandor Borong yang bersangkutan.
  - (5) Kepala Proyek menandatangani SPK tersebut dan menyerahkan aslinya ke Mandor-Mandor yang bersangkutan, sedangkan copynya disimpan oleh staf proyek.
- d. Jalan kerja, barak kerja, dan gudang bahan
- Rencana fasilitas lapangan sementara (*temporary site facilities*) adalah sebagai berikut:
- Fasilitas Lapangan Sementara (*temporary site facilities*) berfungsi sebagai fasilitas pendukung dalam pelaksanaan pekerjaan. Keharusan

mengadakan fasilitas pendukung pelaksanaan ini sebagian tercantum di dalam dokumen kontrak, dan sebagian lagi karena diperlukan oleh penyedia jasa untuk kelancaran pelaksanaan proyek.

Fasilitas Lapangan Sementara umumnya terdiri dari:

- 1) Kantor Pelaksana Konstruksi/Kontraktor, Gudang, Workshop beserta kelengkapannya;
- 2) Kantor Pemberi Tugas/Pengguna Jasa dengan atau tanpa kelengkapannya;
- 3) Kantor Pengawas Konstruksi/Konsultan dengan atau tanpa kelengkapannya;
- 4) Pagar proyek, termasuk pintu masuk dan keluar;
- 5) Pos jaga/keamanan;
- 6) Jalan kerja;
- 7) Papan nama proyek;
- 8) Lapangan penumpukan material;
- 9) Dan lain-lain yang diperlukan, yang dipersyaratkan dalam Sistem Manajemen Mutu.

Jadwal pembangunan prasarana lapangan sementara harus disusun mendukung pelaksanaan pekerjaan utama.

Pada dasarnya, setelah fungsi dalam pelaksanaan pekerjaan selesai, Fasilitas Lapangan Sementara dibongkar dan keadaan lapangan dikembalikan seperti semula atau dibuat sesuai dengan desain bangunan/sebagian dari fasilitas lapangan sementara tersebut.

#### 1) Penyiapan Jalan Kerja

Dari peta lokasi, peta situasi, kondisi geografi dari keseluruhan lokasi proyek, maka dapat dianalisa rencana jalan kerja yang paling efisien dan efektif. Survei jalan kerja harus dilakukan ke seluruh lokasi pelaksanaan proyek mulai dari kantor proyek sampai ke quarry/borrow area sampai ke lokasi seluruh rencana jalan maupun sampai ke spoil bank yang direncanakan.

Pada persiapan lapangan, jalan kerja harus segera dibuat agar pelaksanaan konstruksi dapat cepat segera dimulai. Konstruksi jalan kerja biasanya terdiri dari penguatan sub grade dan pelapisan agregat class C/sirtu di atasnya dan dipadatkan sesuai standar yang ditentukan.

## 2) Penyiapan Kantor Proyek dan Barak Kerja

Dari site plan yang telah dibuat, maka disiapkan kantor proyek, laboratorium (untuk kegiatan skala besar), dan sarana kantor lainnya sesuai standar yang berlaku (spesifikasi) dan prosedur K3. Untuk barak kerja, juga disiapkan sesuai standar yang berlaku dan prosedur K3.

Berikut contoh prosedur K3:

### a) Plant dan camp area

- (1) Merencanakan penempatan base camp dan plant area dengan mempertimbangkan arah angin sehingga abu dan debu tidak merusak lingkungan sekitarnya;
- (2) Melakukan striping pada top soil setebal lebih kurang 10 cm dan dikumpulkan disatu tempat serta diamankan untuk nantinya dikembalikan lagi ke tempatnya;
- (3) Membuat site plant dengan mengatur kemiringan kondisi permukaan dan menyiapkan, agar tanah permukaan tidak terbawa air;
- (4) Membuat jalan masuk dan keluar kendaraan yang terpisah. Trafic harus diatur satu arah (*one way traffic*) dan dibuatkan daerah penyeberangan yang aman;
- (5) Membuat pagar yang melindungi kegiatan orang atau pekerja dari kegiatan mesin dan kendaraan;
- (6) Mengatur tempat penimbunan bahan kimia cair seperti aspal, solar, agar tumpahan bahan atau bocoran tidak langsung meresap ke dalam tanah tetapi dapat ditampung pada

permukaan yang keras dan diteruskan pada sumpit untuk dibersihkan;

- (7) Air dari bekas cucian kendaraan tidak boleh langsung diresapkan ke dalam tanah, tetapi harus ditampung terlebih dahulu dan dibuang di tempat yang sudah ditentukan;
- (8) Tempat untuk istirahat pekerja harus disediakan dan dengan ventilasi yang cukup;
- (9) Harus disediakan tempat untuk perawatan medis sementara dan tempat-tempat untuk keperluan MCK (Mandi Cuci Kakus) yang memadai;
- (10) Jalur untuk penerangan harus diatur sedemikian sehingga tidak menyulitkan lalu lintas dan penyambungan dibuat aman pada saat penggunaan;
- (11) Rambu-rambu harus dipasang dengan benar terutama pada lintasan dimana banyak benda jatuh harus dipasang jaring pengaman.

b) Akses kerja

- (1) Menyediakan pintu masuk dan pintu keluar darurat di tempat kerja;
- (2) Akses dilapangan maupun ditempat kerja dipastikan dalam kondisi aman;
- (3) Akses dilapangan yang dipakai rute pekerja dilengkapi dengan rambu/tanda peringatan yang jelas;
- (4) Lubang yang ada harus ditutup dan diberi tanda yang jelas, agar pekerja tidak terperosok ke dalam lubang;
- (5) Material dan peralatan yang berada di jalur lalu lintas pekerja harus disingkirkan;
- (6) Akses dilapangan harus dijaga kebersihan dan kerapiahannya;
- (7) Akses kerja yang licin harus dihindari, jika akses kerja dalam kondisi licin segera diperbaiki sampai benar-benar aman;

- (8) Akses di lapangan harus diberi penerangan yang cukup;
  - (9) Akses yang berbahaya harus dilengkapi dengan handrail yang kuat;
  - (10) Akses yang terjal/curam harus dibuatkan tangga (*stairway*) yang memadai;
  - (11) Aliran listrik yang melewati akses kerja harus diberi proteksi dan diberi tanda;
  - (12) Jalan masuk, pintu darurat dan akses kerja lainnya harus dijaga dan dipelihara dengan baik.
- c) Fasilitas umum
- (1) Membuat denah lokasi tempat-tempat fasilitas yang tersedia dan dipasang ditempat-tempat yang strategis dan diberi identifikasi agar mudah diketahui oleh pekerja;
  - (2) Semua tempat kerja harus disediakan toilet yang cukup, tempat duduk untuk beristirahat para pekerja yang memadai dan tempat makan yang memadai;
  - (3) Toilet yang tersedia harus terjaga kebersihannya, serta diberikan penerangan yang cukup;
  - (4) Menyediakan bak air bersih/wash basin dengan ukuran yang cukup untuk cuci tangan dan dijaga kebersihannya;
  - (5) Menyediakan air minum dan gelas serta menjaga kebersihannya;
  - (6) Menyediakan tempat ganti pakaian dan menyimpan pakaian, dan dijaga keamanan dan kebersihannya;
  - (7) Menyediakan tempat untuk beribadah dan dilengkapi dengan sarana yang dibutuhkan, serta dijaga kebersihannya;
  - (8) Semua tempat kerja harus memiliki ventilasi atau lubang angin yang cukup untuk sirkulasi udara sehingga dapat mengurangi terhadap bahaya debu, uap, asap dan bahaya lainnya;

- (9) Memasang rambu/tanda peringatan misalnya "Jagalah kebersihan";
- (10) Menyediakan tempat untuk merokok bagi pekerja yang merokok dan ditempatkan terpisah dengan tempat umum lainnya;
- (11) Kebersihan, kerapian dan ketertiban merupakan tanggung jawab bagi semua personil yang memanfaatkan tempat umum tersebut.

### 3) Penyiapan Gudang Bahan dan Sarana Lainnya

Langkah pertama dalam penyiapan gudang bahan adalah mempelajari dan memahami prosedur dan spesifikasi gudang bahan. Selanjutnya membuat gudang bahan sesuai standar yang ada misalnya semen tidak boleh diletakkan di atas tanah. Beberapa sarana lain yaitu:

- a) Lantai tangki bahan bakar dibuat kedap air/diplester agar bahan yang tumpah tidak mencemari lingkungan;
- b) Penyediaan mobile toilet pada trace jalan dimana ada jarak minimum antara septic tank dan pinggir jalan;
- c) Penyediaan gudang sementara juga pada trace jalan setiap jarak tertentu;
- d) Pekerjaan prosedur lingkungan dilakukan antara lain:
  - (1) Penyiapan lokasi pembuangan bahan limbah;
  - (2) Pengujian kadar air, kadar udara, kadar kebisingan, kadar getaran, kadar pencahayaan di kantor dan suhu udara.

Berikut contoh prosedur penempatan/penyimpanan material:

#### a) Penempatan Material

Ada 3 (tiga) cara dalam penempatan/penyimpanan material yaitu:

##### (1) Gudang;

Material yang disimpan dalam gudang adalah material kecil yang mudah hilang dan/atau material yang mudah rusak oleh udara terbuka. Bangunan gudang/tempat penyimpanan

harus direncanakan dengan baik dengan mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

- (a) Besarnya bangunan gudang harus cukup menampung kebutuhan minimal material yang akan disimpan dalam jangka waktu tertentu (misal 3 hari, seminggu, 2 minggu, sebulan dan seterusnya);
  - (b) Letak bangunan gudang harus dipilih di lokasi yang tidak mengganggu kegiatan konstruksi, dapat diawasi secara mudah dan proses transportasi lancar;
  - (c) Tata letak dan identifikasi material yang disimpan juga harus diatur sedemikian, sehingga memudahkan arus keluar masuk material dan tidak terjadi kesalahan pengambilan. Untuk material yang mutunya dapat terpengaruh oleh waktu penyimpanan, harus disusun sedemikian, agar yang datang lebih dahulu dapat dikeluarkan lebih dahulu;
  - (d) Aman terhadap lingkungan di sekitarnya.
- (2) Lahan terbuka;
- Material yang ditempatkan dilahan terbuka adalah material besar/berat dan atau material yang tidak rusak oleh udara terbuka. Lahan terbuka untuk penyimpanan material harus direncanakan dengan baik, dengan mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:
- (a) Luasnya cukup untuk jumlah minimal material yang akan ditempatkan dalam jangka waktu tertentu (misalnya: 3 hari, seminggu, 2 minggu, sebulan, dan seterusnya);
  - (b) Letak lahan harus bebas dari kegiatan konstruksi, tetapi cukup dekat dengan tempat fabrikasi (bila diperlukan fabrikasi);

- (c) Lahan harus aman terhadap kehilangan/pencurian, dan kerusakan akibat alam seperti banjir, terendam air, tertimbun longsor, dan sebagainya;
- (d) Dasar lahan harus cukup keras dan rata, bila diperlukan dapat diberi perkerasan dan ganjal-ganjal;
- (e) Batas-batas lokasi material harus sedemikian sehingga jelas.

(3) Penyimpanan khusus.

Material yang disimpan khusus adalah sebagai berikut: bahan peledak, cairan kimia, bahan bakar minyak, dan lain-lain.

b) Penyimpanan Material

Setelah material diterima, dilakukan penyimpanan di gudang, lahan terbuka dan/atau tempat penyimpanan khusus.

(1) Penyimpanan di gudang

(a) Semen

- Agar semen tidak terletak langsung di lantai, dibuat landasan yang rapat dengan ketinggian  $\pm 10$  cm, untuk mencegah terjadinya pembekuan akibat kelembaban lantai dasar gudang;
- Penumpukan maksimum 10 lapis, untuk mempermudah pengambilan, dan mencegah agar semen tidak membatu akibat tekanan yang berat;
- Penumpukan diatur sedemikian rupa, dengan diberi sela, untuk memudahkan pengambilan;
- Penempatan diatur dengan sistem FIFO (*First In First Out*) yaitu yang masuk terlebih dahulu agar dapat dikeluarkan terdahulu juga Kayu.

(b) Kayu

- Untuk penyimpanan kayu, sebaiknya digunakan



gudang khusus yang terbuka (tanpa dinding). dibuat landasan dengan jarak secukupnya, dan dengan ketinggian  $\pm 10$  cm dari lantai dasar, agar kayu terhindar dari kelembaban, dan tidak melengkung selama penumpukan;

- Untuk kayu yang berbeda-beda jenis dan ukurannya, sebaiknya dikelompokkan sesuai dengan jenis dan ukuran masing-masing, dengan membuat rak-rak sesuai kebutuhan;
- Penumpukan kayu yang berbentuk kosen harus diatur sedemikian rupa, sesuai dengan urutan pemakaian (yang akan dipasang lebih dahulu, diletakkan di bagian atas).

(c) Suku cadang, baut/mur, dan barang kecil lainnya

- Dibuat rak atau kotak penyimpanan yang disekat-sekat sedemikian rupa, dengan ukuran sesuai kebutuhan;
- Kotak/rak dapat diberi warna kontras yang berbeda-beda dan atau diberi label (nomor atau keterangan lainnya) untuk memudahkan pengenalan jenis material yang disimpan.

(d) Material cairan

Yang termasuk material-material cair adalah cat, tiner atau material kimia yang dikemas dalam karung/plastik.

- Penyimpanan dapat dilakukan di atas lantai kerja atau pada rak-rak;
- Dianjurkan penempatannya cukup jauh, atau aman terhadap bahaya kebakaran.

(e) Paku, kawat beton, dan peralatan/perlengkapan kerja

Material ini pada umumnya tidak berjumlah/volume

besar persediaannya (cukup untuk memenuhi kebutuhan seminggu, 2 minggu, atau sebulan) sehingga dapat diletakkan diatas lantai kerja, atau alat-alat penggantung.

(f) Material khusus (bahan bakar/pelumas dan bahan peledak)

- Dianjurkan penyimpanan material ini terpisah dari material lain dengan jarak cukup aman dari kemungkinan terjadinya bahaya kebakaran;
- Berikan label pada drum penyimpanan, untuk menjelaskan jenis material;
- Pasang tanda-tanda bahaya;
- Sediakan alat pemadam kebakaran secukupnya;
- Khusus untuk bahan peledak, agar diikuti petunjuk penyimpanan dan ketentuan yang dikeluarkan oleh pabrik atau instansi yang berwenang.

(2) Penyimpanan di lahan terbuka

(a) Besi beton/besi profil

- Penumpukan diatur menurut ukuran atau jenis material;
- Penumpukannya harus memperhatikan jadwal pemakaian masing-masing material, dan dihindari penumpukan tumpang tindih yang dapat menyebabkan kesulitan untuk pengambilannya.

(b) Batu kali, batu pecah, dan pasir

- Penumpukan dianjurkan memakai dinding-dinding pemisah, atau bak besar, yang sekaligus dapat dipergunakan sebagai alat pengukur dalam penerimaan material ini;
- Lahan penyimpanan agar dipadatkan seperlunya,

untuk menghindari terbenamnya material.

(c) Aspal

- Perlu diperhatikan khusus, terutama pada saat penerimaan, periksa dengan teliti adanya kebocoran drum atau lubang pada drum, akibat alat bantu yang dipakai. Dibuat lantai kerja yang memadai, atau alas pasir, dan dibuat pengamanan keliling sedemikian rupa, sebagai tindakan preventif apabila terjadi kebocoran;
- Jangan diletakkan di atas rumput atau benda lain yang mudah terbakar;
- Disediakan alat penutup, untuk menghindari sinar matahari secara langsung.

Semua bahan material yang disimpan di lahan terbuka juga harus dicatat penerimaan dan pengambilannya, supaya pada setiap saat dapat diketahui berapa penggunaan dan berapa sisa material yang masih ada.

3. Hasil Survei Lapangan Pekerjaan Perkerasan Beton Semen

Survei tersebut dicocokkan dengan gambar desain, peta situasi dan data hasil penyelidikan perkerasan beton semen. Dengan survei tersebut akan dapat ditentukan jalan kerja, pembuatan site plan dan menentukan metode pelaksanaan. Berikut disampaikan pedoman survei lapangan, apa saja yang harus dikerjakan, dicatat dan diambil datanya. Survei ini lengkap sekali, untuk itu pelaksana lapangan perlu konsultasi kepada atasan langsung survei apa saja yang perlu dilakukannya.

**Contoh**

**Pedoman survei lapangan**

Pedoman ini diperlukan supaya dalam pelaksanaan survei lapangan dapat

dilaksanakan dan mendapatkan hasil yang optimal.

Pada peninjauan lapangan dapat dibedakan dari jenis proyek antara lain:

- Irigasi
- Jembatan
- Jalan

Data umum survei lapangan:

1. Nama Proyek: .....
2. Keadaan Site:
  - Rata/bergelombang
  - Banyak pepohonan
  - Ditumbuhi belukar
  - Berbukit-bukit
  - Rawa
  - Bebas tumpukan barang
3. Jalan Masuk ke Site:
  - Ada/belum ada
  - Perlu diperkuat/diperlebar bila dilalui alat berat
  - Berapa panjang jalan
  - Berapa volume jalan yang perlu diperbaiki
  - Perlu diketahui kelas jalan
4. Lapangan kerja, apakah cukup luas untuk menampung:
  - Kantor sementara direksi/kontraktor
  - Gudang/barak kerja
  - Workshop untuk equipment
  - Fabrikasi *steel structure*, tiang pancang dsb
5. Sumber Air Kerja:
  - Disediakan atau tidak
  - Membuat sumur
  - Menggunakan air sungai
  - Menggunakan PAM

- Jarak sumber air kerja
- 6. Listrik:
  - Menggunakan fasilitas PLN
  - Mengusahakan sendiri (genset)
- 7. Tenaga Kerja:
  - Didapat dari daerah sekitar job site
  - Mendatangkan dari luar
  - Akomodasi yang diperlukan
  - Perlu ijin khusus/tidak
  - Perlu biaya khusus untuk ijin/tidak
- 8. Keadaan Cuaca di Site:
  - Terang/kadang-kadang hujan/hujan terus-menerus
  - Diperlukan data curah hujan dari badan meteorologi dan geofisika setempat
- 9. Data Penyelidikan Tanah (Sondir, Boring Log, dsb):
  - Jika tidak disertakan dalam kontrak, perlu ditanyakan ke konsultan
  - Perlu diketahui jenis tanah yang akan digali/yang terlihat dari luar (batu, tanah keras, dsb).
  - Data air tanah (elevasi dan sifat air tanah).
- 10. Quarry/Borrow Area:
  - Disediakan atau mencari sendiri
  - Jika disediakan, apakah sudah memenuhi persyaratan teknis (dilakukan test)
  - Ada berapa quarry/borrow area
  - Lokasi quarry (gunung/sungai/tanah datar/belukar )
  - Jenis batuan/pasir/tanah timbun
  - Jalan menuju quarry/borrow area (ada, membuat baru, perlu diperbaiki perlu diperlebar, perlu membuat jembatan sementara, perlu memperbaiki jembatan yang sudah ada) dan lain-lain.
  - Apakah perlu ada biaya pembebasan tanah

- Transport material ke site (truck, dump truck, dipikul)
- Biaya retribusi material (royalti) per m<sup>3</sup>
- Bagaimana penempatan alat-alat di quarry/borrow area (bila diperlukan)
- Cara pengambilan material (diledakkan, membeli dari leveransir, membeli dari masyarakat setempat, mengambil di lokasi)

#### 11. Survei Harga Bahan Lokal:

- Ada/tidak pabrik kayu balok, papan, plywood
- Pembayaran untuk kayu (kontan/tidak)
- Harga bahan/kayu loco di pabrik/di lokasi proyek
- Harga pasir, batu, split, tanah urug di lokasi pengambilan dan sampai dengan di lokasi proyek berapa
- Harga material pada waktu musim hujan berbeda/tidak
- Lokasi borrow area (gunung/sungai/tanah datar/belukar)
- Jarak ke site
- Jenis batuan
- Jalan menuju borrow area (ada, membuat baru, perlu diperbaiki, perlu diperlebar, perlu membuat jembatan sementara, perlu memperbaiki jembatan yang sudah ada) dan lain-lain.
  - o Apakah perlu ada biaya pembebasan tanah
  - o Transport material ke site (truck, dump truck, dipikul)
  - o Biaya retribusi material (royalti) per m<sup>3</sup>
  - o Bagaimana penempatan alat-alat di quarry/borrow area (bila diperlukan)
  - o Cara pengambilan material (diledakkan, membeli dari leveransir, membeli dari masyarakat setempat, mengambil di lokasi)

#### 12. Disposal Area:

- Disediakan/tidak
- Kondisi disposal area

- Jarak dari job site
- Kondisi jalan menuju site

13. Penggunaan Alat Berat:

- Ada tidaknya peralatan yang disewakan di sekitar lokasi (data alat/biaya sewa)
- Galian (bulldozer/hydraulic Excavator/dragline )
- Pengecoran beton (beton mollen/batching plant/truck mixer) dan alat bantu pengecoran (mobile crane/concrete pump )

14. Mobilisasi:

- Jarak pelabuhan untuk menurunkan alat berat dan bahan bangunan dan job site
- Fasilitas pelabuhan (demaga/crane/tonage/gudang)
- Perlu menghubungi emkl setempat (untuk biaya penyewaan)
- Jika fasilitas pelabuhan tidak ada perlu disurvei kemungkinan penurunan dan pengangkutan dengan LCT (*landing craft tank*) dan Ist (*landing ship tank*)

15. Lokasi Penempatan Alat:

- Ada tidaknya dudukan alat
- Perlu/tidak alat bantu untuk mencapai lokasi

16. Kondisi Sosial Lingkungan Proyek:

- Perlu/tidak adanya pendekatan khusus.
- Perlu tidaknya tambahan keamanan lingkungan berupa pos kepolisian atau militer

17. Pemotretan perlu dilakukan untuk Bagian Site yang penting termasuk:

- Jalan masuk
- Jalan dari pelabuhan ke site
- Jembatan kritis yang perlu diperkuat
- Fasilitas pelabuhan dan lain-lain

18. Sarana Kesehatan:

- Ada tidaknya rumah sakit, puskesmas yang terdekat dari lokasi

proyek

a. Proyek Jembatan

1) Jembatan sementara/lama:

- Perlu/tidaknya jembatan sementara (bailley/kayu, dsb )
- Perlu/tidaknya pembebasan (rumah penduduk, pohon-pohon, tanaman dll)
- Perlu/tidaknya pembongkaran jembatan lama (sebagian/seluruhnya)

2) Kondisi sungai:

- Tinggi air maksimum
- Tinggi air normal
- Tinggi air minimum
- Dasar sungai, apakah batu/pasir/lumpur
- Tebing sungai terjal/landai
- Jenis tanah tebing sungai
- Kecepatan/kekuatan arus sungai
- Dasar sungai landai/terjal
- Bila ada pengaruh pasang surut laut berapa tinggi air pasang surut pada kurun waktu tertentu
- Bagaimana kondisi pengendapan dan penggerusan tebing

3) Data geologi:

- Jenis batuan
- Sifat batuan
- Kekerasan dari batuan

4) Metode pelaksanaan:

- Perlu atau tidaknya penyimpangan aliran sungai.
- Perlu tidak pengeringan.
- Perlu atau tidaknya pembuatan kistdam berat/ringan (*sheet pile*/batang kelapa/dolken)



- Perlu atau tidaknya *steiger werk* (perancah)
- 5) Galian abutment/pier:
  - Apakah menggunakan tenaga manusia/alat berat
- 6) Pekerjaan beton:
  - Alat pengecoran serta alat bantu pengecoran yang digunakan
  - Alat untuk mengangkat balok prestressed (crane/launching) proyek jalan
- b. Proyek Jalan
  - 1) Keadaan site:
    - Untuk proyek jalan baru (rata, bergelombang, berbukit, rawa)
    - Untuk proyek perbaikan jalan (ramai/sepi oleh kendaraan, rusak berat/ringan)
  - 2) Fasilitas alat-alat berat:
    - Ada/tidaknya alat berat yang dapat disewa di sekitar site
  - 3) Lokasi alat-alat berat:
    - Penempatan stone crusher
    - Penempatan Asphalt Mixing Plant (dikaitkan dengan lokasi stone crusher dan tempat pergelaran hotmix)
  - 4) Lokasi keet:
    - Penempatan keet induk dan keet tambahan direncanakan se-efisien mungkin
    - Jumlah keet yang dibutuhkan se-efisien mungkin
  - 5) Data geologi:
    - Jenis batuan
    - Sifat batuan
    - Kekerasan dari batuan
  - 6) Sub kontraktor:
    - Daftar sub kontraktor setempat untuk jenis pekerjaan tertentu

**Catatan:**

Untuk pekerjaan perkerasan berbutir, survey meliputi klasifikasi batuan,

jarak tempuh pengangkutan material borrow dan disposal area serta lingkungan sekitarnya. Ditambahkan dengan survey jalan kerja dan curah hujan/cuaca.

#### 4. Metode Pelaksanaan Pekerjaan Perkerasan Beton Semen

Metode pelaksanaan (*construction method*) pekerjaan tersebut, sebenarnya telah dibuat oleh kontraktor yang bersangkutan pada waktu membuat ataupun mengajukan penawaran pekerjaan. Dengan demikian 'CM' tersebut telah teruji saat melakukan klarifikasi atas dokumen tendernya terutama construction methodnya, namun demikian tidak tertutup kemungkinan bahwa pada waktu menjelang pelaksanaan atau pada waktu pelaksanaan pekerjaan, CM perlu atau harus dirubah.

Metode pelaksanaan yang ditampilkan dan diterapkan merupakan cerminan dari profesionalitas dari tim pelaksana proyek, yaitu manajer proyek dan perusahaan yang bersangkutan. Karena itu dalam penilaian untuk menentukan pemenang tender, penyajian metode pelaksanaan mempunyai bobot penilaian yang tinggi. Yang diperhatikan bukan rendahnya nilai penawaran harga, meskipun kita akui bahwa rendahnya nilai penawaran merupakan jalan untuk memperoleh peluang ditunjuk menjadi pemenang tender/pelelangan.

Dokumen metode pelaksanaan pekerjaan terdiri dari:

- a. Project plan
  - 1) Denah fasilitas proyek (jalan kerja, bangunan fasilitas dan lain-lain);
  - 2) Lokasi pekerjaan;
  - 3) Jarak angkut;
  - 4) Komposisi alat (singkat/produktivitas alatnya);
  - 5) Kata-kata singkat (bukan kalimat panjang), dan jelas mengenai urutan pelaksanaan.
- b. Sket atau gambar bantu penjelasan pelaksanaan pekerjaan
- c. Uraian pelaksanaan pekerjaan

- d. Urutan pelaksanaan seluruh pekerjaan dalam rangka penyelesaian proyek (urutan secara global). Mengatur Pelaksanaan Pekerjaan di Lapangan.
- e. Urutan pelaksanaan per-pekerjaan atau per-kelompok pekerjaan yang perlu penjelasan lebih detail. Biasanya yang ditampilkan adalah pekerjaan penting atau pekerjaan yang jarang ada, atau pekerjaan yang mempunyai nilai besar, pekerjaan dominan (volume kerja besar). Pekerjaan ringan atau umum dilaksanakan biasanya cukup diberi uraian singkat mengenai cara pelaksanaannya saja tanpa perhitungan kebutuhan alat dan tanpa gambar/sket penjelasan cara pelaksanaan pekerjaan.
- f. Perhitungan kebutuhan peralatan konstruksi dan jadwal kebutuhan peralatan konstruksi dan jadwal kebutuhan peralatan.
- g. Perhitungan kebutuhan tenaga kerja dan jadwal kebutuhan tenaga kerja (tukang dan pekerja).
- h. Perhitungan kebutuhan material dan jadwal kebutuhan material.
- i. Dokumen lainnya sebagai penjelasan dan pendukung perhitungan dan kelengkapan yang diperlukan.
- j. Metode Pelaksanaan Pekerjaan Yang Baik.
  - 1) Memenuhi syarat teknis
    - a) Dokumen metode pelaksanaan pekerjaan lengkap dan jelas memenuhi informasi yang dibutuhkan
    - b) Bisa dilaksanakan dan efektif
    - c) Aman untuk dilaksanakan:
      - (1) Terhadap bangunan yang akan dibangun
      - (2) Terhadap para pekerja yang melaksanakan pekerjaan yang bersangkutan
      - (3) Terhadap bangunan lainnya
      - (4) Terhadap lingkungan sekitarnya
  - 2) Memenuhi standar tertentu yang ditetapkan atau disetujui tenaga teknik yang berkompeten pada proyek tersebut, misalnya memenuhi tonase tertentu, memenuhi mutu tegangan ijin tertentu dan telah

- memenuhi hasil testing tertentu.
- 3) Memenuhi syarat ekonomis
    - a) Biaya murah
    - b) Wajar dan efisien
  - 4) Memenuhi pertimbangan non teknis lainnya
    - a) Dimungkinkan untuk diterapkan pada lokasi proyek dan disetujui oleh lingkungan setempat
    - b) Rekomendasi dan polisi dari pemilik proyek
    - c) Disetujui oleh sponsor proyek atau direksi perusahaan apabila hal itu merupakan alternatif pelaksanaan pelaksanaan yang istimewa dan riskan.
  - 5) Merupakan alternatif terbaik dari beberapa alternatif yang telah diperhitungkan dan dipertimbangkan. Masalah metode pelaksanaan pekerjaan banyak sekali variasinya, sebab tidak ada keputusan '*engineering*' yang sama persis dari dua ahli teknik. Jadi pilihan yang terbaik yang merupakan tanggung jawab manajemen dengan tetap mempertimbangkan engineering economies.
  - 6) Manfaat positif construction method
    - a) Memberikan arahan dan pedoman yang jelas atas urutan dan fasilitas penyelesaian pekerjaan.
    - b) Merupakan acuan/dasar pola pelaksanaan pekerjaan dan menjadi satu kesatuan dokumen prosedur pelaksanaan di proyek.
    - c) Memperhatikan aspek lingkungan.

#### Metode Konstruksi/Pelaksanaan

- a. Sebelum mulai menyusun metoda konstruksi yang definitife dan juga dokumen-dokumen lainnya yang menjadi bagian dari Rencana Pelaksanaan Proyek, perlu dilihat lebih dahulu item pekerjaan yang ada dan kuantitasnya yang akan dipakai sebagai acuan dalam menyusun Rencana Pelaksanaan Proyek.
  - 1) Pada Kontrak Konstruksi dengan sistim Unit Price, maka item

pekerjaan dan kuantitasnya sesuai dengan *Bill of Quantities* atau RAB.

- 2) Pada Kontrak Konstruksi dengan sistim lumpsum price, maka perlu ditinjau kembali daftar item pekerjaan maupun kuantitasnya, sampai didapatkan item pekerjaan dan kuantitas yang akurat.
- 3) Pada Kontrak Konstruksi dengan sistim "*Fast Track*", dimana gambar desain diterima secara bertahap, item pekerjaan dan kuantitasnya secara parsial dihitung berdasarkan gambar yang telah ada. Bila gambar selanjutnya telah ada, maka dibuat revisi dari daftar item pekerjaan dengan kuantitasnya masing-masing.

- b. Adanya perbedaan waktu antara tender/pemasukan penawaran dengan pelaksanaan proyek, mungkin terjadi perubahan keadaan lapangan, sehingga perlu disusun kembali metoda konstruksi yang paling optimal yang dinilai efektif untuk dilaksanakan.

Hal-hal yang perlu dicek ulang antara lain:

- 1) Kondisi topografi;
  - 2) Kondisi jalan masuk;
  - 3) Kondisi lingkungan.
- c. Metoda konstruksi yang akan digunakan pada setiap bagian pekerjaan harus dapat dipahami dengan mudah. Untuk itu metoda konstruksi harus dibuat dengan jelas, yaitu dengan cara:
    - 1) Urutan kegiatan dan cara melakukannya diuraikan dengan gambar-gambar dan penjelasan yang jelas serta rinci, selain itu realistis dapat dilaksanakan;
    - 2) Back-up perhitungan teknis dan ekonomis perlu dibuat untuk pekerjaan-pekerjaan utama dan pekerjaan pendukungnya;
    - 3) Penggunaan alat harus jelas-jenis, tipe kapasitas, asal alat maupun jumlahnya;
    - 4) Penggunaan material harus jelas macam, spesifikasi, ukuran, merek/asal maupun kuantitasnya;
    - 5) Tenaga kerja (pengawas, operator, mekanik, pekerjaan dan lain-lain)

- harus jelas kualifikasi yang disyaratkan maupun jumlahnya;
- 6) Waktu pelaksanaan dihitung, dengan memperhitungkan hari-hari libur resmi, prakiraan cuaca, gangguan-gangguan yang bisa terjadi dan lain-lain.
- d. Untuk bagian-bagian pekerjaan yang diserahkan pelaksanaannya kepada Sub Pelaksana Konstruksi (Sub Kontraktor), metoda konstruksi yang digunakan harus dibahas bersama Sub Pelaksana Konstruksi dan disepakati bersama metoda konstruksi yang dinilai paling efektif bagi pelaksanaan proyek.
- e. Metoda konstruksi dari bagian-bagian pekerjaan ini perlu ditinjau kembali bila terjadi perubahan-perubahan pada keadaan lapangan maupun pada pelaksanaan pekerjaan, sehingga selalu didapatkan metoda konstruksi yang optimal.



**Gambar 2.1:**  
**Pembuatan Metode Pelaksanaan**

- Sesuai spek
- Efisien dan ekonomis
- Alternative terbaik

**Catatan:**

Perlu diketahui bahwa pertanggung jawaban pembuatan metoda pelaksanaan adalah kepala proyek. Pelaksana hanya memberikan data-data lapangan yang penting. Begitu juga perhitungan analisa harga satuan.

Tetapi dalam hal ini, semua staf inti proyek termasuk pelaksana lapangan harus mengetahui maksud dan tujuan pembuatan metoda pelaksanaan,

cara pembuatan dan mempelajari dengan cermat dan teliti metoda pelaksanaan setiap item pekerjaan, untuk pedoman pelaksanaan pekerjaan di lapangan.

**Catatan:**

Untuk pekerjaan beton semen, metode tersebut meliputi:

- Penghamparan dengan concrete paver
- Pemasangan *plastic sheet*
- *Crack in duser*
- *Longitudinal joint* (t-bar)
- *Dowel*
- *Setting time concrete*
- Cutting concrete 8 s/d 15 jam
- *Curing*
- *Sealant*
- *Grooving*

Perhatikan kondisi *sub grade* dan *lean concrete* (kerataan dan kebersihan) pemasangan *plastic sheet*, *crack in duser*, *dowel*, penghamparan beton, pemasangan t-bar, *grooving*, *cutting compound*, penutupan permukaan dengan *plastic* atau *geotekstil*, dilanjutkan dengan *cutting*, *sealant*.

Metode penghamparan memakai *concrete paver* dilengkapi dengan *automatic leveling control*, *finishing* permukaan dilakukan dengan sistem mekanis atau *autofloat* (untuk menghindari terjadinya gelombang/permukaan tidak rata) meratakan permukaan dengan manusia sebetulnya tidak diperlukan pekerja, hanya untuk perapihan sisi pinggir tegak.

Berikut adalah contoh dari metoda pelaksanaan pekerjaan Beton Semen.

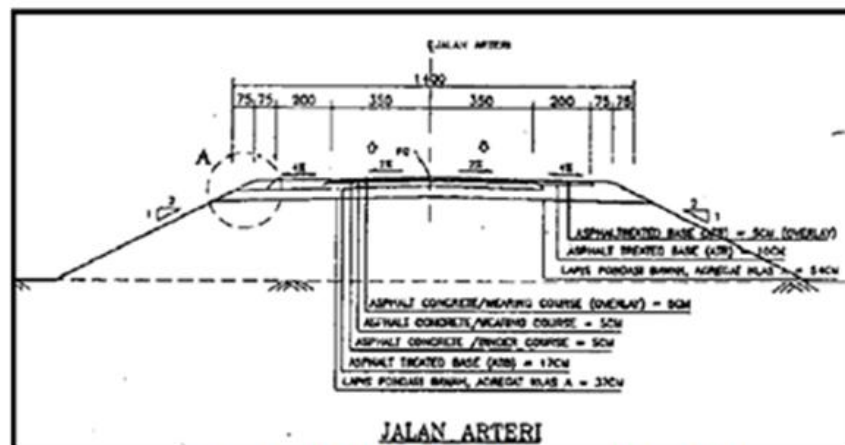
❖ Pekerjaan Perkerasan

Pada proyek ini, lapisan perkerasan yang digunakan adalah perkerasan rigid atau perkerasan yang solid dengan menggunakan bahan beton. Pekerjaan rigid ini akan dilakukan dengan cara mengecor langsung di

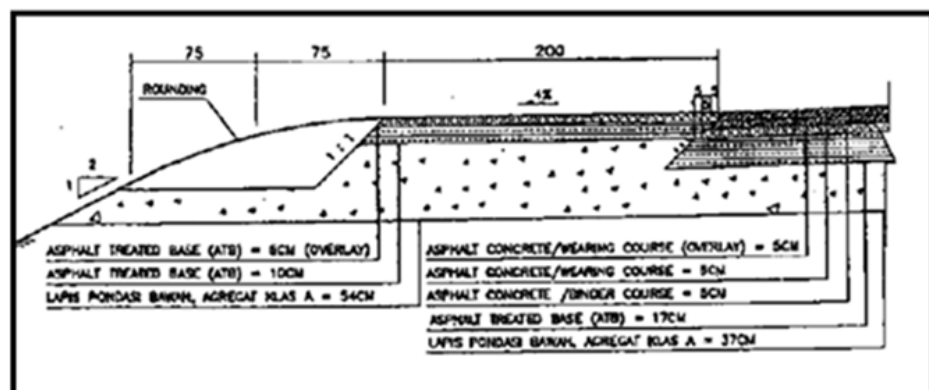
tempat (*Cast in situ*).

Tahapan untuk melaksanakan Perkerasan Beton/Concrete pavement dijelaskan sebagai berikut:

- Persiapan Bekisting
- Pekerjaan Penulangan
- Pekerjaan Pengecoran
- Pekerjaan Perawatan Beton/*Curing*
- Pekerjaan Pengaspalan

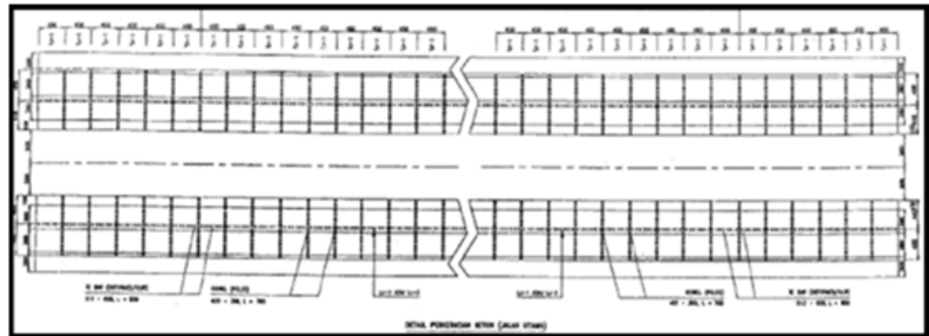


Gambar 2.1:  
Contoh Tipikal Perkerasan Jalan Arteri



Gambar 2.2:  
Detail A - Tipikal Perkerasan Jalan Arteri





**Gambar 2.3:**  
**Contoh Penulangan Pekerjaan Jalan**  
**Utama/Main Road**

## **B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Melakukan Persiapan Pekerjaan Perkerasan Beton Semen**

1. Menerjemahkan gambar kerja dan spesifikasi teknik.
2. Menyiapkan hasil pemilihan sumber daya pekerjaan perkerasan beton semen.
3. Menyiapkan hasil survei lapangan pekerjaan perkerasan beton semen sesuai dengan kebutuhan.
4. Menginstruksikan pelaksanaan pekerjaan perkerasan beton semen yang mengacu pada metode kerja.

## **C. Sikap Kerja dalam Melakukan Persiapan Pekerjaan Perkerasan Beton Semen**

1. Cermat
2. Teliti
3. Bertanggung jawab

### BAB III

## MENERAPKAN TAHAPAN PELAKSANAAN PEKERJAAN BETON SEMEN

### A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Menerapkan Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Beton Semen

#### 1. Pemasangan Patok-Patok Garis Ketinggian Pekerjaan Beton Semen

Pekerjaan pengukuran ini dilakukan oleh juru ukur yang sudah berpengalaman. Pelaksana lapangan hanya melakukan pemeriksaan agar hasil pengukuran dapat dipakai untuk pedoman pelaksanaan pekerjaan.

Secara umum tahapan pelaksanaan pekerjaan pengukuran dilakukan juru ukur untuk menghasilkan patok center line, pengukuran situasi, potongan memanjang dan melintang (*cross section* dan *long section*), titik koordinat dan polygonnya dilanjutkan dengan pemasangan patok-patok.

Patok pinggir atau stick dibuat dari baja dilengkapi dengan *wire string*. Profil tersebut untuk menentukan elevasi, ketebalan, kemiringan dan penggunaan *stick wire string* untuk sensor *automatic leveling control*.

Tahapan pengukuran adalah sebagai berikut:

- a. Pengecekan *benchmark* (BM) dimulai dari cek fisik BM, dilanjutkan cek nilai kordinat BM dengan ikatan BM yang lain.
- b. Dilakukan pengukuran patok sementara dan diikat pada BM, selanjutnya memasang BM baru dengan jarak sesuai kebutuhan.
- c. Pelaksanaan pengukuran awal:
  - 1) Gambar kerja dipelajari;
  - 2) Disiapkan data untuk pengukuran situasi (*staking out*) berupa jarak, sudut dan elevasi;
  - 3) Dipasang identifikasi titik detail dan titik utama sesuai gambar;
  - 4) Dipasang titik control/BM sementara untuk mengontrol pekerjaan.

#### 2. Pelaksanaan Pekerjaan Perkerasan Beton Semen

- a. Metode pelaksanaan sebagai pedoman penting pelaksanaan pekerjaan.

Tugas seorang pelaksana lapangan untuk memahami metode pelaksanaan yang akan dipakai untuk pedoman pelaksanaan pekerjaan yang dikerjakan oleh mandor/sub kontraktor.

Metoda pelaksanaan yang sudah disepakati dan di putuskan oleh kepala proyek harus dilaksanakan secara konsisten oleh seluruh personil proyek. Dengan demikian pengendalian biasa, pengendalian mutu dan pengendalian waktu dapat dilaksanakan dengan baik.

b. Spesifikasi dan instruksi kerja

Agar dapat menghasilkan mutu pekerjaan yang baik maka standar yang dipakai adalah spesifikasi teknik. Untuk dapat memberikan pedoman pelaksanaan kepada mandor/subkontraktor secara praktis dan ringkas, sesuai ISO 9001 dibuat *checklist* yaitu Instruksi Kerja (IK). IK disusun berdasarkan spesifikasi teknis dan gambar kerja.

1) Instruksi kerja

Sebagaimana diketahui, pemerintah Indonesia c/q Menteri Pekerjaan Umum sudah mensyaratkan kontraktor harus melaksanakan sistem jaminan mutu atau Quality Assurance pada pelaksanaan proyek di Indonesia.

Pelaksanaan Quality Assurance biasanya berupa system manajemen mutu ISO 9000 (untuk kontraktor berupa seri ISO 9002) yang harus dilaksanakan oleh seluruh personil pelaksanaan proyek termasuk juga pelaksana lapangan beserta mandor dan sub kontraktor. Salah satu prosedur mutu yang harus dilakukan adalah instruksi kerja atau IK. Instruksi kerja menjelaskan proses kerja secara detail dan merupakan petunjuk kerja bagi pelaksana dan mandor yang melaksanakan pekerjaan tersebut. Biasanya seorang mandor dalam melaksanakan pekerjaannya membuat langkah-langkah kerja tertentu tetapi tidak tertulis sehingga sulit diketahui apakah langkah kerja itu urutan dan isinya sudah benar dan apakah langkah kerja itu betul-betul sudah dilaksanakan. Pada pelaksanaan di lapangan prosedur mutu ISO 9000

mensyaratkan bahwa pelaksana lapangan harus mengendalikan pekerjaan dengan melaksanakan pengisian *checklist* Instruksi Kerja. Manfaat bagi mandor/sub kontraktor dalam penerapan prosedur mutu tersebut antara lain.

- a) Tugas dan tanggung jawab menjadi jelas
- b) Menumbuhkan keyakinan kerja, karena bekerja berdasarkan prosedur kerja yang jelas dan benar
- c) Berkurang atau tidak adanya kerja ulang karena system mutu yang baik

Manfaat bagi unit kerja mandor borongan antara lain:

- a) Efektifitas dan efisiensi operasional mandor/sub kontraktor meningkat
- b) Produktifitas meningkat dan biaya pekerjaan ulang berkurang
- c) Karena proses/langkah kerja dimonitor dan dikendalikan secara tertulis dapat diketahui siapa saja tukang atau pekerja yang potensial.

Ada kesan pelaksanaan Jaminan Mutu hanya memperbanyak pekerjaan administratif saja sehingga perlu sosialisasi kepada seluruh karyawan yang ada. Setelah hal tersebut betul-betul dikerjakan di lapangan, manfaat yang ada akan segera terlihat. Sudah saatnya pelaksana lapangan mengharuskan seorang mandor/sub kontraktor mengetahui konsep dasar penerapan ISO 9000, yaitu:

- a) Tulis apa saja yang anda kerjakan
- b) Kerjakan apa yang anda tulis
- c) Sudah efektif? Perbaiki yang perlu
- d) Rekam dan catat hasil pelaksanaannya

## 2) Jadwal kerja

Untuk pengendalian waktu pelaksanaan pekerjaan, pelaksana lapangan membuat jadwal kerja harian/mingguan berdasarkan jadwal kerja induk.

Jadwal mingguan tersebut akan menjadi pedoman pelaksana pekerjaan untuk para mandor dan sub kontraktor.

Dismaping jadwal kerja harian/mingguan, pelaksana lapangan harus memeriksa, memahami dan secara aktif melaksanakan pengendalian waktu yang tertua dalam jadwal material, jadwal peralatan dan jadwal tenaga kerja.

Berikut uraian mengenai jadwal harian/mingguan, jadwal peralatan, bahan dan tenaga kerja.

#### Jadwal pelaksanaan harian/mingguan

##### a) Tujuan membuat jadwal kerja harian

Jadwal kerja harian, biasanya untuk satu minggu kedepan, agar cukup waktu untuk membuat atau menyesuaikan jadwal kerja harian pada minggu berikutnya.

Jadwal kerja harian dibuat berdasarkan jadwal kerja mingguan. Prinsip pembuatan jadwal kerja harus realistis dan memungkinkan untuk dilaksanakan, berdasarkan kapasitas kerja mandor/sub kontraktor yang tersedia. Antara beban kerja yang menjadi tanggung jawab mandor/sub kontraktor harus diimbangi dengan kapasitas kerja mandor/sub kontraktor. Hal ini untuk menghindari penyimpangan penyelesaian waktu. Diupayakan beban kerja dalam satu minggu dapat tercapai tepat waktu atau waktu penyelesaian lebih cepat, agar bila ada keterlambatan kemudian hari yang tidak dapat diperkirakan, total waktunya masih dapat terpenuhi.

Jadwal harian dibuat sebagai pedoman pencapaian target per-hari. Bila realisasi waktu pelaksanaan pekerjaan tidak tercapai, maka Pelaksana Lapangan harus melakukan tindakan koreksi terhadap jadwal kerja harian pada minggu berikutnya.

##### b) Hal-hal yang berpengaruh terhadap jadwal harian

Dalam menyusun jadwal harian perlu dipertimbangkan masukan-

masuk sumber daya: tenaga, bahan, alat, lokasi kerja, uang, hari dan iklim.

- (1) Tenaga kerja:
  - (a) Produktivitas tenaga kerja;
  - (b) Mobilisasi.
- (2) Bahan:
  - (a) Tersedia;
  - (b) Jarak;
  - (c) Transport.
- (3) Peralatan:

Produktivitas alat, jenis, dan jumlah alat.
- (4) Uang:

Cara pembayaran.
- (5) Kondisi lokasi kerja:
  - (a) Tempat kerja;
  - (b) Luas;
  - (c) Lingkungan kerja.
- (6) Waktu dan cuaca:
  - (a) Hari libur nasional/lokal;
  - (b) Musim hujan;
  - (c) Banjir.

Sebagai contoh: Pengaruh produktivitas kerja kelompok yang rendah tidak sesuai dengan rencana, berpengaruh terhadap waktu penyelesaian pekerjaan. Pelaksanaan mobilisasi tenaga kerja perlu direncanakan dengan baik, tempat asal yang berbeda jaraknya dapat mengakibatkan keterlambatan sampai di tempat kerja. Akibatnya produktivitas kerja kelompok menurun.

c) Membuat jadwal kerja harian

- (1) Pahami jadwal kerja mingguan yang sudah dibuat dalam satu bulan.

(2) Dirinci target satu minggu menjadi target harian:

- (a) Kegiatan;
- (b) Volume;
- (c) Waktu;
- (d) Periksa.

Cek dan pastikan bahwa semua kegiatan sudah termasuk. Jangan ada kegiatan yang tertinggal atau terlupakan.

(3) Lakukan analisis hambatan terhadap semua kegiatan yang akan dilakukan dalam jadwal kerja harian.

Sebelum pekerjaan dimulai, atasi terlebih dahulu semua hambatan yang mungkin ditemui. Bila ada suatu kegiatan yang belum dapat diatasi, maka kegiatan tersebut dapat diganti dengan kegiatan yang lain yang tidak memiliki hambatan. Sebagai akibatnya terjadi perbaikan jadwal kerja mingguan yang sudah dibuat atau jadwal kerja mingguan yang berikutnya lagi, tetapi dengan tidak mengubah total waktu penyelesaian yang telah ditetapkan.

3) Jadwal pemakaian alat

Jadwal peralatan mengacu kepada jadwal kerja penyediaan peralatan meliputi peralatan mekanis maupun peralatan manual.

Ketersediaan peralatan dilapangan yang lengkap sesuai jadwal, merupakan salah satu syarat pelaksanaan pekerjaan, agar dapat tepat waktu.

Jadwal peralatan dipakai sebagai pedoman pelaksanaan kapan peralatan harus dimobilisasi, kapan harus tiba dilapangan dan kapan peralatan boleh didemobilisasi. Apakah semua peralatan sudah tersedia lengkap. Jangan sampai ada alat yang tertinggal atau kondisinya sering rusak, bila hal ini terjadi dapat mengakibatkan tertundanya pekerjaan.

Contoh jadwal pemakaian alat dapat dilihat pada Unit 3, yaitu

### Melaksanakan Pekerjaan Drainase.

#### 4) Jadwal kebutuhan bahan

Jadwal material mengacu kepada jadwal kerja. Agar jadwal kerja dapat dipenuhi sesuai dengan waktu yang ditentukan, salah satu persyaratannya adalah material yang dibutuhkan dapat dipenuhi tepat waktu. Jadwal material dipakai sebagai pedoman pengadaan material baik jumlah maupun waktu pengadaan sampai dilokasi pekerjaan.

Secara berkala biasanya per minggu, jadwal kebutuhan material ditinjau, apakah material masih tersedia pada waktunya sesuai jadwal kerja. Bila tidak dapat terpenuhi sesuai jadwal, maka perlu ada tindakan koreksi terhadap jadwal material minggu berikutnya. Jadi jadwal kebutuhan material dibuat oleh Pelaksana Lapangan, fungsi jadwal kebutuhan material bagi mandor/sub kontraktor hanya sebagai informasi data untuk menentukan kebutuhan tenaga kerja dan peralatan.

Tentukan kebutuhan material terbagi dengan waktu pelaksanaan pekerjaan.

Pembagian material tidak merata karena ada pengaruh waktu, iklim dan jenis pekerjaan.

##### a) Pengaruh waktu:

- Hari libur nasional atau lokal;
- Bekerja pada siang atau malam hari.

##### b) Pengaruh cuaca/iklim:

- Musim hujan;
- Pasang surut.

##### c) Pengaruh jenis material:

- Material lokal;
- Material import;
- Material pabrikan.

Dari jenis pekerjaan ini dapat berpengaruh pada daya serap



penggunaan material.

Contoh jadwal kebutuhan bahan dapat dilihat pada Unit 3, yaitu Melaksanakan Pekerjaan Drainase.

5) Jadwal kebutuhan tenaga kerja

Komposisi tenaga kerja dan kualitas tenaga kerja menjadi perhatian yang penting bagi mandor dalam memenuhi kebutuhan tenaga kerja.

Produktivitas individu berbeda dengan produktivitas kelompok. Dari pengalaman mandor/sub kontraktor akan diketahui komposisi tenaga kerja yang sesuai dengan tuntutan pekerjaan yang mengacu kepada ketentuan spesifikasi dan gambar kerja.

Pelaksana beserta mandor/sub kontraktor harus selalu mempelajari dan mengevaluasi hasil kerjanya, sehingga akan memperoleh komposisi tenaga kerja untuk berbagai kebutuhan volume material.

Mandor/sub kontraktor mengharapkan keuntungan yang wajar dari hasil kerjanya. Seorang mandor/sub kontraktor akan merencanakan penggunaan tenaga kerja seefisien mungkin dalam mencapai target yang menjadi bebannya dengan demikian mandor/sub kontraktor akan mendapat keuntungan.

Adalah tugas Pelaksana Lapangan agar menjaga kualitas pekerjaan mandor/sub kontraktor, tetapi juga perlu menjaga agar mandor/sub kontraktor selalu mendapat profit yang wajar sehingga kesinambungan pekerjaan selalu dapat terjaga.

Disamping itu mandor selalu dituntut untuk mendorong anak buahnya, agar tetap terjaga produktivitasnya.

a) Analisis sumber daya tenaga kerja

Penggunaan sumber daya tenaga kerja (mandor, tukang, pekerja) harus diperhitungkan berdasarkan produktivitas individu dan kelompok dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan persyaratan (tidak termasuk *quantity waste*). Komposisi tenaga kerja dalam suatu kelompok kerja sangat menentukan tingkat

produktivitas kelompoknya. Dengan demikian yang menjadi inti analisis kebutuhan dan jadwal sumber daya tenaga kerja adalah perihal produktivitas. Produktivitas tenaga kerja kelompok sulit diketahui sebelum dipekerjakan karena tidak adanya sertifikat keterampilan dari tenaga kerja.

Produktivitas tenaga kerja kelompok diukur dari hasil kerja mereka yang memenuhi persyaratan yang ada. Oleh karena itu, tenaga kerja (tukang) harus diberitahu secara jelas tentang persyaratan hasil kerja yang dapat diterima. Untuk dapat menunjukkan secara jelas tentang kualitas pekerjaan (biasanya pekerjaan yang bersifat finishing) maka dapat dibuat mock up, yaitu contoh nyata yang berbentuk fisik dengan skala yang sama (1:1).

Indikasi lain yang dapat dipakai untuk memperkirakan produktivitas kelompok tenaga kerja adalah gabungan antara pengakuan yang bersangkutan tentang hasil kerja yang dapat diselesaikan per satuan waktu dan harga satuan pekerjaan yang mereka tawarkan serta upah harian tenaga kerja.

Contoh:

Seorang tukang batu yang dibantu dengan 2 orang pekerja mengaku dapat menyelesaikan pasangan bata per hari seluas 12 m<sup>2</sup>. Harga borongan yang ia tawarkan adalah Rp. 6.000,00 per m<sup>2</sup> dan bila dipekerjakan secara harian, upahnya adalah Rp. 30.000,00 untuk tukang dan Rp. 15.000,00 untuk pekerja per hari. Data tersebut dapat kita analisis sebagai berikut: Biaya per hari:

$$1 \text{ (tukang)} \times \text{Rp. } 30.000,00 = \text{Rp. } 30.000,00.$$

$$2 \text{ (pekerja)} \times \text{Rp. } 15.000,00 = \text{Rp. } 30.000,00.$$

$$\text{Total} = \text{Rp. } 60.000,00.$$

Harga borongan yang ia tawarkan Rp. 6.000,00 per m<sup>2</sup>.

Pengakuan produktivitas per hari 12 m<sup>2</sup>.

Dari butir (1) dan (2) diketahui bahwa produktivitasnya adalah

minimal =  $60.000 : 6.000$  per m<sup>2</sup> = 10 m<sup>2</sup> hari.

Menurut analisis upah per hari dan tenaga kerja borongan per m<sup>2</sup> tersebut, dapat disimpulkan bahwa produktivitas minimal tenaga kerja tersebut adalah 10 m<sup>2</sup> per hari.

Pengakuan produktivitas per hari sebesar 12 m<sup>2</sup> dapat diterima secara logika, karena didorong oleh motivasi atau kelebihan jam kerja, angka produktivitas tersebut mungkin sekali untuk dicapai. Bila ada tukang lain yang mengajukan tawaran borongan sebesar Rp. 7.000,00/m<sup>2</sup>, tetapi menjamin produktivitas sebesar 15 m<sup>2</sup>/hari, maka patut jadi bahan pertimbangan. Bila tawaran tukang yang terakhir ini kita analisis, maka dibandingkan dengan tukang yang pertama adalah sebagai berikut:

Tukang yang pertama, memberikan tawaran Rp. 6.000,00 per m<sup>2</sup> dengan produktivitas 12 m<sup>2</sup>. Tukang yang kedua dengan produktivitas 15 m<sup>2</sup>, berarti tawarannya =  $15/12 \times \text{Rp. } 6.000,00 = \text{Rp. } 7.500,00$  (dengan standar produktivitas 15 m<sup>2</sup>/hari).

Jadi kesimpulannya tukang yang kedua lebih murah karena waktu penyelesaiannya akan lebih cepat atau bila tukang yang pertama diminta meningkatkan produktivitasnya sebesar 15 m<sup>2</sup>/hari, dia akan menambah tenaga atau menambah jam lembur yang mengakibatkan harganya akan naik menjadi lebih besar dari Rp.7.000,00/m<sup>2</sup> (tawaran tukang yang kedua).

b) Pengalokasian tenaga kerja

Pelaksana lapangan dan mandor harus dapat merencanakan dengan baik mobilisasi tenaga kerja tepat waktu. Artinya pada waktu dibutuhkan tenaga kerja dapat demobilisasi sesuai dengan waktu yang telah ditentukan baik jumlah maupun kualifikasi tenaga kerja.

Pengadaan tenaga kerja disesuaikan dengan kegiatan pekerjaan, artinya bila kegiatan pekerjaan suatu saat meningkat, maka perlu

dilakukan tambahan pengadaan tenaga kerja. Sebaliknya bila kegiatan pekerjaan suatu saat menurun, maka perlu ada pengurangan tenaga kerja. Untuk pekerjaan jalan baru, kebutuhan tenaga kerja pada umumnya merata sama per harinya, sehingga mobilisasi tenaga kerja cukup pada awal pekerjaan. Tapi untuk pekerjaan peningkatan atau perawatan jalan, kebutuhan tenaga kerja biasanya tidak merata disesuaikan dengan jenis kegiatan perkerasan aspal, namun dengan cara pengalokasian sumber daya tenaga kerja, maka penggunaan tenaga kerja dapat lebih merata.

Pengalokasian sumber daya adalah suatu sistem yang mengatur jumlah sumber daya pada suatu jaringan kerja proyek, sehingga proyek dapat selesai dengan sumber daya yang tersedia tanpa adanya penambahan waktu penyelesaian proyek.

Kegiatan-kegiatan yang dapat digeser adalah kegiatan yang memiliki tenggang waktu (*floating time*), sedangkan kegiatan-kegiatan yang kritis, penggeseran kegiatan tidak dapat dilakukan misalnya pekerjaan perbaikan, perataan umumnya adalah kegiatan yang dapat digeser waktunya.

Dari contoh pengalokasian tersebut diatas, ada 3 kegiatan A, C dan D digeser, sehingga hasilnya sebagai berikut: Contoh I:

Minggu ke 1 dan ke 2 perlu tenaga kerja 10 orang.

Minggu ke 3 perlu tenaga kerja 20 orang.

Minggu ke 4 perlu tenaga kerja 30 orang.

Minggu ke 5 perlu tenaga kerja 20 orang. Minggu ke 6 perlu tenaga kerja 30 orang.

Contoh II:

Minggu ke 1, 2, 3, 4, dan 5, dan ke 2 perlu tenaga kerja 20 orang.

Contoh II hasilnya lebih baik dibanding contoh I karena penyediaan tenaga kerja lebih merata dan jumlah tenaga kerja

lebih terbatas.

c) Pembuatan jadwal kebutuhan tenaga kerja

(1) Manfaat jadwal tenaga kerja

Jadwal tenaga kerja mengacu kepada jadwal kerja pekerjaan, agar jadwal kerja dapat dipenuhi, salah satu persyaratannya adalah kapasitas kerja mandor memadai.

Jadwal tenaga kerja dipakai sebagai pedoman dalam penyediaan tenaga kerja, baik komposisi dan jumlah tenaga kerja yang harus disediakan untuk menyelesaikan pekerjaan.

Secara berkala, biasanya per minggu jadwal tenaga kerja dievaluasi, apakah produktivitas kerja kelompok memadai atau kurang dari jadwal kerja. Bila tidak tercapai sesuai jadwal kerja, perlu tindakan koreksi dengan mencari penyebab mengapa target tidak tercapai, kalau penyebabnya adalah produktivitas dibawah target, maka perlu dievaluasi kembali komposisi dan jumlah kebutuhan tenaga kerja minggu berikutnya sehingga target dapat tercapai.

(2) Hal-hal yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja sebagai berikut:

(a) Keterampilan tenaga kerja

Tenaga kerja harus diseleksi, baik keterampilan kerjanya dimana tenaga kerja harus mempunyai referensi, surat keterangan atau Sertifikat Kompetensi Terampil (SKT) maupun kondisi kesehatannya. Khusus untuk bekerja di daerah ketinggian (untuk gedung bertingkat tinggi), maka harus diseleksi, agar jangan mempekerjakan tenaga kerja yang takut akan ketinggian.

Kalau hal ini dipaksakan, jelas akan menurunkan produktivitasnya dan bahkan dapat menimbulkan

terjadinya kecelakaan kerja.

(b) Motivasi tenaga kerja

Pada saat seleksi tenaga kerja, tidak hanya keterampilan kerjanya saja yang dipertimbangkan tetapi perlu juga diketahui motivasi mereka dalam bekerja.

Dengan demikian motivasi mereka dapat kita tingkatkan dengan kebijakan-kebijakan tertentu yang dapat mendorong motivasi mereka. Misalkan penyediaan fasilitas kerja, memenuhi keinginan-keinginan mereka yang wajar dan lain sebagainya.

(c) Metode kerja

Kita berikan cara-cara kerja yang baik dan efisien, namun perlu juga dipertimbangkan usulan-usulan mereka dalam menyelesaikan pekerjaan.

Dengan demikian kondisi pekerjaan yang sulit diharapkan tidak terlalu banyak menurunkan produktivitasnya termasuk memberikan jaminan-jaminan keamanan dan keselamatan kerja. Menerapkan peraturan secara disiplin dan memberikan fasilitas agar tidak banyak waktu terbuang (idle), seperti misalnya penyediaan makan minum dan keperluan toilet secara bersama.

(d) Manajemen

Manajemen harus mendukung semua kebutuhan tenaga kerja dalam hal memperlancar pekerjaan, misal penyediaan material yang cukup, alat transportasi material yang memadai, terutama transportasi vertikal. Dan tidak kalah penting adalah memberikan hak mereka tepat waktu, seperti pembayaran dan lain-lain.

Pembuatan daftar kebutuhan tenaga kerja:

- Tentukan kebutuhan mandor dan tukang/pekerja.
- Tentukan kebutuhan pembantu tukang.
- Tentukan jumlah hari untuk masing-masing pekerja berdasarkan kemampuan produktifitas harian.
- Gambarkan pada jadwal kebutuhan tenaga kerja.
- Contoh perhitungan daftar kebutuhan tenaga kerja
- Contoh jadwal tenaga kerja bulan
- Dari tenaga kerja bulanan tersebut dapat di breakdown lagi menjadi tenaga kerja mingguan sebagai pedoman pelaksanaan pekerjaan mingguan untuk pelaksana lapangan, mandor dan sub kontraktor.

c. Tahapan pelaksanaan pekerjaan perkerasan aspal

1) Ruang Lingkup

Pedoman ini menguraikan prosedur pelaksanaan perkerasan jalan beton semen, baik pada jalan baru maupun pada jalan lama (lapis tambah beton semen).

Pedoman mencakup persyaratan bahan, penyiapan tanah dasar dan lapis pondasi, penyiapan pembetonan, pembetonan, pengendalian mutu dan pembukaan untuk lalu-lintas.

2) Acuan Normatif

- a) SNI 03-1738-1989, Metode pengujian CBR lapangan SNI 03-1973-1990, Metode pengujian berat isi beton;
- b) SNI 03-2816-1992, Metode pengujian kotoran organik dalam pasir untuk campuran mortar dan beton;
- c) SNI 03-1969-1990, Metode pengujian berat Jenis dan penyerapan air agregat kasar;
- d) SNI 03-3416-1994, Metode pengujian partikel ringan dalam agregat;

- e) SNI 03-2417-1991, Metode pengujian keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles;
- f) SNI 06-2422-1991, Metode pengujian keasaman dalam air dengan titrimetric;
- g) SNI 06-2424-1991, Metode pengujian oksigen terlarut dalam air dengan titrimetric;
- h) SNI 06-2505-1991, Metode pengujian kadarkarbon organik total dalam air dengan alat KOT-Meter Inframerah;
- i) SNI 06-2502-1991, Metode pengujian kadar minyak dan lemak dalam air secara gravimetri SNI 06-2426-1991, Metode pengujian sulfat dalam air dengan alat spektrofotometer SNI 06-2431-1991, Metode pengujian klorida dalam air dengan argentometrik mohr SNI 03-2495-1991, Spesifikasi bahan tambah untuk beton;
- j) SNI 03-6388-2000, Spesifikasi agregat lapis pondasi bawah, lapis pondasi atas dan lapis permukaan;
- k) SNI 03-1743-1989, Metoda pengujian kepadatan berat untuk tanah;
- l) SNI 03-1744-1989, Metoda pengujian CBR laboratorium;
- m) SNI 03-2491-2002, Metoda pengujian kuat tarik belah beton;
- n) SNI 15-2049-1994, Spesifikasi semen untuk beton semen;
- o) SK SNI 04-1989-F, Spesifikasi agregat kasar untuk beton semen;
- p) SNI 03-2853-1992, Tata cara pelaksanaan lapis pondasi jalan dengan batu pecah;
- q) SNI 03-2854-1992, Spesifikasi kadar ion klorida dalam beton;
- r) SII 0051-74, Spesifikasi besar butir/gradasi agregat untuk beton semen;
- s) SII 0076-75, Spesifikasi agregat halus untuk beton semen;
- t) SII 0053-74, Spesifikasi kandungan partikel lunak;
- u) SII 0456-81, Spesifikasi kepipihan/panjang agregat kasar;
- v) SII 0083-75, Spesifikasi keawetan terhadap  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{MgSO}_4$ ;



- w) SII 0079-75, Spesifikasi kekerasan agregat kasar (R'udeloff);
- x) SII 0455-81, Spesifikasi sifat-sifat reaktif campuran semen dengan agregat halus (metode batang adukan);
- y) SII 0582-81, Cara uji cepat sifat silica reaktif agregat beton (metode kimia);
- z) SII 0013-81, Persyaratan semen Portland untuk campuran beton ;
- aa) SII 0132-75, Metode pengujian mutu dan cara uji semen pozolan;
- bb) AASHTO M-155, *Granular material to control pumping under concrete pavement;*
- cc) AASHTO M-30-1990, *Zinc-coated steel wire rope and fittings for highway guardrail;*
- dd) AASTHO T-222-81, *Non repetitive static plate test of soil and flexible pavement components, for use in evaluation and design of airport and highway pavement;*
- ee) AASHTOT-128-86 (1990), *Fineness of hydroulic cement by the no. 100 (150-j.i.m) and no. 200 (75-jj.m);*
- ff) AASHTO M 31-81, *Deformed and plain billet-steel bars for concrete reinforcement;*
- gg) AASHTO M 42-81, *Rail-steel deformed and plain bars for concrete reinforcement;*
- hh) AASHTO M 53-81, *Axle-steel deformed and plain bars for concrete reinforcement;*
- ii) AASHTO M 35-81, *Preformed expantion joint filler for concrete;*
- jj) AASHTO M 221-81, *Steel welded wire fabric, deformed, for concrete reinforcement;*
- kk) AASHTO M 144-78, *Calcium chloride;*
- ll) AASHTO M 194-82, *Chemical admixtures for concrete;*
- mm) AASHTO M 54-81, *Fabricated deformed steel bar mats for concrete reinforcement;*

- nn) ASTM C 309-89, *Specification for liquid membrane-forming compounds for curing concrete*;
  - oo) ASTM D 2835-89, *Standard specification for lubricant for instalation of compression seal in concrete pavements*;
  - pp) ASTM C 78-84, *Test method for flexural strength of concrete (using simple beam with third-point loading)*;
  - qq) ASTM C 174-87, *Test method for measuring length of drilled concrete cores*;
  - rr) ASTM C 618 -91, *Specification for fly ash and row or calcined natural pozzolan for use as a mineral admixture in Portland cement concrete*;
  - ss) Pd. 0302-76, Spesifikasi kandungan bahan padat total air;
  - tt) Pd. S-02-1996-03, Spesifikasi beton siap campur (*Ready-mixed Concrete*);
- 3) Istilah dan Definisi
- a) Acuan Gelincir (*Slip Form*)  
Jenis acuan yang biasanya terbuat dari baja dan bersatu dengan mesin penghampar pada waktu penghamparan beton semen.
  - b) Acuan tetap (*fixed form*)  
Jenis acuan yang umumnya terbuat dari baja dan dipasang di lokasi penghamparan sebelum pengecoran beton semen
  - c) Bahan Anti Lengket  
Jenis bahan untuk mencegah lengket antara adukan beton semen dengan acuan.
  - d) Batang Pengikat (*Tie Bar*)  
Sepotong baja ulir yang dipasang pada sambungan memanjang dengan maksud untuk mengikat pelat agar tidak bergerak horizontal.
  - e) Jalur Lalu-Lintas (*Carriage Way*)  
Bagian jalur jalan yang direncanakan khusus untuk lintasan

kendaraan bermotor (beroda 4 atau lebih).

f) Lajur Lalu-Lintas (*Lane*)

Bagian pada jalur lalu lintas yang ditempuh oleh satu kendaraan bermotor beroda 4 atau lebih, dalam satu jurusan

g) Lapis resap pengikat

Lapisan tipis aspal cair berviskositas rendah diletakkan diatas lapis pondasi sebelum lapis berikutnya dihampar.

h) Lapis Pondasi Bawah Dengan Bahan Pengikat (*Bound SubBase*)

Pondasi bawah yang biasanya terdiri dari material berbutir yang distabilisasi dengan semen aspal, kapur abu terbang (fly ash) atau slag yang dihaluskan sebagai bahan pengikatnya.

i) Perkerasan Jalan Beton Bersambung Tanpa Tulangan (*Jointed Unreinforced Concrete Pavement*)

Jenis perkerasan jalan beton semen yang dibuat tanpa tulangan dengan ukuran pelat mendekati bujur sangkar, dimana panjang dari pelatnya dibatasi oleh adanya sambungan-sambungan melintang. Panjang pelat dari jenis perkerasan ini berkisar antara 4-5 meter.

j) Perkerasan Jalan Beton Semen Bersambung Dengan Tulangan (*Jointed Reinforced Concrete Pavement*)

Jenis perkerasan jalan beton semen yang dibuat dengan tulangan dengan ukuran pelat berbentuk empat persegi panjang, dimana panjang dari pelatnya dibatasi oleh adanya sambungan-sambungan melintang. Panjang pelat dari jenis perkerasan ini berkisar antara 8-15 meter.

k) Perkerasan Jalan Beton Semen Menerus Dengan Tulangan (*Continuously Reinforced Concrete Pavement*)

Jenis perkerasan jalan beton semen yang dibuat dengan tulangan dan dengan panjang pelat yang menerus yang hanya dibatasi oleh adanya sambungan-sambungan muai melintang. Panjang pelat

dari jenis perkerasan ini lebih besar dari 75 meter.

l) Perkerasan Jalan Beton Semen Pra-Tegang (*Prestressed Concrete Pavement*)

Jenis perkerasan jalan beton semen menerus, tanpa tulangan yang menggunakan kabel-kabel pratekan guna mengurangi pengaruh susut, muai dan lenting akibat perubahan temperatur dan kelembaban

m) Perkerasan Jalan Beton Semen

Suatu struktur perkerasan yang umumnya terdiri dari tanah dasar, lapis pondasi bawah dan lapis beton semen dengan atau tanpa tulangan.

n) Ruji (*Dowel*)

Sepotong baja polos lurus yang dipasang pada setiap jenis sambungan melintang dengan maksud sebagai sistem penyalur beban, sehingga pelat yang berdampingan dapat bekerja sama tanpa terjadi perbedaan penurunan yang berarti.

o) Stabilisasi

Suatu tindakan perbaikan mutu bahan perkerasan jalan atau meningkatkan kekuatan bahan sampai kekuatan tertentu agar bahan tersebut dapat berfungsi dan memberikan kinerja yang lebih baik dari pada bahan aslinya.

p) Sambungan Lidah Alur

Jenis sambungan pelaksanaan yang sistim pengatur bebannya digunakan hubungan lidah alur.

4) Symbol dan Singkatan

BJTU : Baja Tulangan Ulir

LASTON : Lapis Aspal Beton

AASHTO : American Association of State Highway and  
Transportation Officials

ASTM : American Society for Testing and Materials

- SNI : Standar Nasional Indonesia  
SKSNI : Standar Konsep Standar Nasional Indonesia  
Pd. : Pedoman

5) Penyiapan Tanah Dasar dan Lapis Pondasi

a) Umum

Penjelasan mengenai hal-hal yang berhubungan dengan penyiapan tanah dasar dan atau lapis pondasi, seperti pembersihan, pengupasan, pembongkaran, penggalian dan penimbunan, atau pelaksanaan lapis pondasi dengan atau tanpa bahan pengikat, dapat dilihat dalam peraturan pelaksanaan pembangunan jalan sesuai dengan spesifikasi yang berlaku (SNI 03-2853-1992).

Pembentukan permukaan secara tepat sangat penting dalam pelaksanaan ditinjau dari segi jumlah beton semen yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan.

Dianjurkan agar lapis pondasi bawah diperlebar paling sedikit 60 cm diluar tepi perkerasan pada masing-masing sisi memanjang hamparan untuk mengisolasi tanah expansif dan memberi landasan yang cukup bagi roda rantai mesin penghampar. Pada pelaksanaan penghamparan yang menggunakan acuan tetap, pembentukan akhir dilakukan dengan alat yang bergerak di atas acuan yang dipasang sesuai dengan rencana alinyemen. Bagian-bagian permukaan yang menonjol harus dikupas hingga elevasi sesuai dengan gambar rencana. Bagian-bagian yang rendah harus diisi dan dipadatkan sesuai dengan persyaratan pemadatan. Bila alat pengupas dilengkapi dengan sis'tem pengatur elevasi otomatis, maka alat tersebut dapat langsung dioperasikan di atas permukaan yang akan dibentuk. Pembentukan akhir permukaan lapis pondasi bawah stabilisasi semen harus diselesaikan sebelum bahan mengeras (biasanya berlangsung antara 4-6 jam).

b) Persyaratan Permukaan

Sebelum penghamparan lapis pondasi atau beton semen, kemiringan tanah dasar harus dibentuk sesuai dengan kemiringan pada potongan melintang yang ditentukan pada gambar rencana, dengan toleransi tinggi permukaan maksimum 2cm. Penyimpangan kerataan permukaan tidak boleh lebih besar 1cm bila diukur dengan mistar pengukur (*straight edge*) sepanjang 3m.

Permukaan tanah dasar agar dijaga tetap rata dan padat sampai pondasi atau beton semen dihamparkan. Alat-alat berat tidak boleh dioperasikan di lajur permukaan yang sudah selesai dilaksanakan. Ketentuan pelaksanaan umum yang berlaku untuk tanah dasar berlaku pula untuk lapis pondasi. Toleransi ketinggian permukaan lapis pondasi maksimum adalah 1,5 cm dan perbedaan penyimpangan kerataan permukaan harus lebih kecil 1 cm bila diukur dengan mistar pengukur sepanjang 3 m. Apabila lapis pondasi menggunakan lapis aspal resap pengikat, pengecoran beton semen tidak boleh dilaksanakan sebelum permukaannya kering. Sebelum pengecoran beton semen, lapis pondasi harus dibasahi terlebih dahulu guna mendapatkan kelembaban yang cukup. Hal ini dimaksudkan untuk menjaga penguapan yang cepat dan mengurangi bahaya retak, khususnya pada lapis pondasi dengan stabilisasi semen. Bila disyaratkan penggunaan lembar kedap air maka lembar tersebut harus dipasang diatas permukaan yang telah siap. Lembar-lembar yang berdampingan dipasang tumpang tindih dengan lebar tumpangan 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. Juga harus diperhatikan kemungkinan rusaknya lembaran akibat angin.

## 6) Penyiapan Pembetonan

### a) Acuan perkerasan beton semen

Dalam penghamparan perkerasan beton semen, dikenal dua metode pelaksanaan yaitu:

(1) Metode Acuan tetap (*Fixed form Paving Method*).

(2) Metode Acuan Gelincir (*Slipform Paving Method*).

Pada penghamparan metode acuan tetap, pengecoran, pemadatan dan penyelesaian akhir beton, serta pekerjaan-pekerjaan lainnya yang berkaitan, dilaksanakan di antara acuan.

Pada penghamparan metode acuan gelincir, pengecoran, pemadatan dan penyelesaian akhir beton dilaksanakan dalam bagian sepanjang rangka mesin, di antara sisi-sisi dalam acuan yang sedang bergerak.

#### (1) Acuan tetap

##### (a) Bahan dan ukuran

Acuan yang digunakan harus cukup kuat untuk menahan beban peralatan pelaksanaan. Acuan harus tidak melendut lebih besar dari 6 mm bila diuji sebagai balok biasa dengan bentang 3,00 m dan beban yang sama dengan berat mesin penghampar atau peralatan pelaksanaan lainnya yang akan bergerak di atasnya. Tebal baja yang digunakan adalah antara 6 mm dan 8 mm. Bila acuan harus mendukung alat penghampar beton yang berat, ketebalannya tidak boleh kurang dari 8 mm. Dianjurkan agar acuan mempunyai tinggi yang sama dengan tebal rencana pelat beton semen, dan lebar dasar acuan sama dengan 0,75 kali tebal pelat beton tapi tidak kurang dari 20 cm. Acuan harus diperkuat sedemikian rupa sehingga setelah terpasang 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 unrong dari  $2/3$  tinggi acuan.

Dalam pemeriksaan kelurusan dan kerataan acuan, variasi kerataan bidang atas acuan tidak boleh lebih dari 3 mm untuk setiap 3,00 m panjang dan kerataan bidang dalam acuan tidak boleh lebih dari 6 mm untuk setiap 3,00 m panjang. Ujung-ujung acuan yang berdampingan harus mempunyai sistem pengunci untuk menyambung dan mengikat erat acuan-acuan tersebut. Rongga udara dibawah acuan harus diupayakan sekecil mungkin sehingga air semen tidak keluar. Pada lengkungan dengan jari-jari 30,00 m atau kurang, dianjurkan untuk menggunakan acuan yang dapat dibengkokkan (*flexible form*) atau acuan melengkung.

(b) Pemasangan acuan

Pondasi acuan harus dipadatkan dan dibentuk sesuai dengan alinyemen dan ketinggian jalan yang direncanakan, sehingga pada waktu dipasang acuan dapat disangga secara seragam pada seluruh panjangnya dan terletak pada elevasi yang benar. Alinyemen dan elevasi acuan harus diperiksa dan bila perlu diperbaiki menjelang penghamparan beton semen. Bila terdapat acuan yang rusak atau pondasi yang tidak stabil, pondasi harus diperbaiki terlebih dahulu dan acuan harus distel kembali. Acuan harus dipasang cukup jauh didepan tempat penghamparan beton semen sehingga memungkinkan pemeriksaan dan perbaikan acuan tanpa mengganggu kelancaran



penghamparan. Setelah acuan dipasang pada posisi yang benar, tanah dasar atau lapis pondasi bawah pada kedua sisi luar dan dalam dasar acuan harus dipadatkan dengan baik menggunakan alat pemadat mesin atau manual. Acuan harus diikat pada tempatnya, paling sedikit dengan tiga pasak pada setiap 3,00 m panjang. Setiap acuan harus benar-benar terikat kuat sehingga tidak dapat bergerak. Pada setiap titik acuan tidak boleh menyimpang lebih dari 6 mm dari garisnya. Tidak diijinkan adanya penurunan atau pelenturan acuan yang berlebihan akibat peralatan pelaksanaan. Sebelum penghamparan dilakukan, sisi bagian dalam acuan harus dibersihkan dan diolesi dengan bahan anti lengket.

(c) Pembongkaran acuan

Acuan agar dipertahankan tetap pada tempatnya sekurang-kurangnya selama 8 jam setelah pengecoran beton semen. Apabila temperatur udara turun dibawah 10° C pada kurun waktu 8 jam sejak pengecoran beton, acuan agar dipasang lebih lama guna menjamin bahwa ujung perkerasan beton semen tidak rusak. Perawatan terhadap tepi perkerasan beton harus dilaksanakan sesegera mungkin setelah acuan dibongkar.

(2) Acuan gelincir

Pada acuan gelincir, pemadatan dan penyelesaian akhir beton semen dilaksanakan dalam bagian sepanjang rangka mesin, yaitu diantara sisi-sisi dalam acuan yang sedang bergerak. Adukan beton semen dapat di masukkan langsung ke dalam penghampar, atau disebar dan diratakan menggunakan mesin terpisah dari alat penghampar utama.

Rangka acuan bagian tepi yang tersedia hanya digunakan untuk menyangga selama pelaksanaan pembetonan berlangsung. Untuk mengontrol tebal slab, jika diperlukan dapat menggunakan beberapa bentuk acuan pengontrol ketinggian otomatis dan pengendali. Biasanya digunakan kawat yang ditegangkan secara teliti yang diset didepan operasi penghamparan. Karena beton harus tersangga sendiri pada tepinya setelah penghampar lewat, penting untuk mengontrol kemudahan kerja (*workability*) dan getaran. Pengoperasian mesin harus dilakukan secara teliti untuk mengendalikan elevasi dengan memperhatikan permukaan pelat sebagai acuan datum dan bila perlu dipasang penyangga tepi sementara. Penghampar acuan-gelincir umumnya dikendalikan oleh sensor, mengikuti kawat yang ditegangkan yang diset secara bebas pada setiap jalur. Pesan dari sensor pengendali elevasi dan arahnya diatur secara otomatis oleh mekanisme pengendali.

(a) Pemasangan ruji, batang pengikat, dan tulangan pelat

❖ Ruji (Dowel)

Ruji harus terbuat dari batang baja polos dan memenuhi spesifikasi untuk batang polos AASHTO M 31-81, AASHTO M 42-81 atau AASHTO M 31-81.

Ruji harus polos, tidak kasar atau tidak memiliki tonjolan sehingga tidak mengurangi kebebasan pergerakan ruji dalam beton. Apabila digunakan topi pelindung muai yang terbuat dari logam (*metal expansion cap*) pelindung tersebut harus menutupi bagian ujung ruji dengan jarak 5-7 cm. Pelindung harus memberikan ruang pemuaian yang cukup, dan harus cukup kaku sehingga pada waktu pelaksanaan

tidak rusak. Batang ruji harus ditempatkan di tengah ketebalan pelat. Kepadatan beton di sekeliling ruji harus baik agar ruji bisa berfungsi secara sempurna. Bagian batang ruji yang bisa bergerak bebas, harus dilapisi dengan bahan pencegah karat. Sesudah bahan pencegah karat kering, maka bagian ini harus dilapisi dengan dengan cat atau diolesi dengan bahan anti lengket sebelum ruji dipasang pelindung muai. Ujung batang ruji yang dapat bergerak bebas harus dilengkapi dengan topi/penutup topi pelindung muai. Pelapis ruji dari jenis plastik atau jenis lain dapat digunakan sebagai pengganti bahan anti lengket. Ruji atau batang pengikat dan komponen perlengkapan ruji seperti dudukan untuk penyangga tulangan, yang diletakkan pada pondasi bawah harus cukup kuat untuk menahan pergeseran atau deformasi sebelum dan selama pelaksanaan.

❖ Pemasangan dudukan ruji

Dudukan ruji harus ditempatkan pada lapis pondasi bawah atau tanah dasar yang sudah dipersiapkan. Perlengkapan ruji harus ditempatkan tegak lurus sumbu jalan, kecuali ditentukan lain pada Gambar Rencana. Ruji harus ditempatkan dengan kuat pada posisi yang telah ditetapkan sehingga tekanan beton tidak akan mengganggu kedudukannya. Pada tikungan yang diperlebar, sambungan memanjang pada sumbu jalan harus diatur sedemikian rupa sehingga mempunyai jarak sama dari tepi-tepi pelat. Susunan batang ruji danudukannya harus dipasang pada garis dan elevasi yang diperlukan dan harus

dipegang kuat pada posisinya dengan menggunakan patok-patok. Apabila susunan batang ruji dan dudukannya dibuat secara bagian demi bagian maka susunan tersebut harus merupakan satu kesatuan.

❖ Batang pengikat (*tie bars*)

Batang pengikat harus terbuat dari batang baja ulir yang memenuhi spesifikasi untuk batang tulangan, mutu minimum BJTU-24 dan berdiameter minimum 16 mm. Apabila digunakan batang pengikat dari jenis baja lain, maka baja tersebut harus dapat dibengkokkan dan diluruskan kembali tanpa mengalami kerusakan.

❖ Tulangan

Baja tulangan harus bebas dari kotoran, minyak, lemak atau bahan-bahan organik lainnya yang bisa mengurangi lekatan dengan beton atau yang dapat menimbulkan kerugian lainnya. Pengaruh karat, kerak, atau gabungan dari keduanya terhadap ukuran, berat minimum, serta sifat-sifat fisik yang dihasilkan melalui pengujian benda uji dengan sikat kawat, tidak memberikan nilai yang lebih kecil dari yang disyaratkan.

Persyaratan:

Jenis baja tulangan dan perlengkapannya harus sesuai dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Baja tulangan berbentuk anyaman dari kawat yang memenuhi persyaratan AASHTO M 35-81, atau AASHTO M 221-81 untuk tulangan dari kawat baja berulir;
- Anyaman batang baja yang memenuhi AASHTO M

54-81;

- Batang tulangan harus memenuhi persyaratan AASHTO M 42-81 dan AASHTO M 53-81.

Pemasangan Tulangan:

Beberapa hal yang harus diperhatikan pada pemasangan tulangan adalah sebagai berikut:

- Pada perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan, tulangan harus terdiri atas anyaman kawat di las atau anyaman batang baja, Lebar dan panjang anyaman kawat atau anyaman batang baja harus diatur sedemikian rupa, sehingga pada waktu anyaman tersebut dipasang, kawat/batang baja yang paling luar terletak 7,5 cm dari tepi/sambungan pelat.
- Batang-batang baja pada setiap persilangan harus diikat kuat. Batang-batang baja yang disambung, bagian ujung-ujungnya harus berimpit dengan panjang tidak kurang dari 30 kali diameternya.
- Anyaman batang baja yang dibuat di pabrik dengan cara mengelas pada tiap persilangan batang-batang tersebut, bagian ujung-ujung batang memanjang harus berimpit dengan panjang minimal 30 kali diameternya, Pola anyaman harus sedemikian rupa sehingga batang-batang baja harus mempunyai jarak tidak kurang dari 5 cm.
- Ujung lembar anyaman kawat baja harus ditumpang tindihkan sebagaimana yang tercantum pada Gambar Rencana. Lembar anyaman harus diikat kuat untuk mencegah pergeseran;

- Apabila pelat (slab) dibuat dengan dua kali pengecor, maka permukaan lapis pertama harus rata dan terletak pada kedalaman tidak kurang dari 5 cm di bawah permukaan akhir pelat. Tulangan ditempatkan di atas lapis pertama pengecoran; Penghamparan lapisan pertama harus mencakup seluruh lebar pengecoran dengan panjang yang cukup untuk memungkinkan agar anyaman dapat digelar pada posisi akhir tanpa terjadi kelebihan penulangan yang terlalu jauh. Untuk mencegah pergeseran, anyaman tulangan yang berdampingan harus diikat; Dalam pengecoran lapisan berikutnya, adukan dituangkan di atas tulangan. Untuk jangka waktu tertentu permukaan beton lapis pertama tidak boleh dibiarkan terbuka lebih dari 30 menit, terutama pada keadaan cuaca panas atau berangin. Selama penghamparan pemasangan tulangan harus selalu diperiksa dan apabila dipandang perlu harus dilakukan perbaikan.
- Pada perkerasan beton semen menerus dengan tulangan, maka tulangan harus dipasang sedemikian dengan kedalaman selimut beton adalah % tebal pelat +2,5 cm dan tulangan melintangnya tidak boleh terletak di bawah tengah-tengah tebal pelat. Pada beton dengan penghamparan satu lapis, tulangan harus diletakkan pada dukungan agar pada saat pengecoran tulangan tersebut dapat ditahan pada posisi yang telah ditentukan; Bahaya

kerusakan sambungan tulangan pada umur muda dapat dikurangi dengan cara mengatur pola sambungan secara miring atau bertangga dari satu tepi perkerasan ketepi lainnya. Batang baja yang disambung, bagian ujungnya harus berimpit satu sama lainnya dengan panjang minimum 30 kali diameternya, tetapi tidak boleh kurang dari 40 cm.

(b) Pembetonan

Beton yang dihasilkan harus memenuhi kekuatan sesuai dengan yang ditentukan dalam perencanaan. Kandungan udara harus masih dalam batas yang dianjurkan sesuai dengan ukuran agregat dan daerah di mana beton akan digunakan. Beton harus mempunyai faktor air semen yang tidak lebih besar dari yang dianjurkan untuk mengatasi kondisi lingkungan yang mungkin terjadi.

Sifat-sifat beton semen:

Campuran beton yang dibuat untuk perkerasan beton semen harus memiliki kelecakan yang baik agar memberikan kemudahan dalam pengerjaan tanpa terjadi segregasi atau bliding dan setelah beton mengeras memenuhi kriteria kekuatan, keawetan, kedap air dan keselamatan berkendara.

❖ Kadar Air Dan Kandungan Udara

Kadar air harus dijaga serendah mungkin (dalam batas kemudahan kerja) untuk mendapatkan beton yang padat dan awet dengan kandungan udara yang sesuai dengan persyaratan.

❖ Mutu Agregat

Untuk mendapatkan kualitas beton yang diinginkan mutu agregat harus tetap dijaga.

❖ Bahan Tambah (Admixtures)

Bahan tambah baru boleh digunakan hanya apabila sudah dilakukan penilaian dan pengujian lapangan yang teliti.

❖ Kekesatan

Faktor air semen yang rendah sangat membantu dalam mempertahankan kekesatan permukaan perkerasan beton.

(c) Bahan beton semen

Bahan yang digunakan harus berasal dari sumber yang telah diketahui dan dibuktikan telah memenuhi persyaratan dan ketentuan dalam pedoman ini, baik mutu maupun jumlahnya. Bila kondisi setempat tidak memungkinkan, maka dapat dilakukan perubahan/penyesuaian terhadap persyaratan tersebut tanpa mengurangi mutu hasil pekerjaan.

(d) Agregat

❖ Persyaratan mutu

Agregat yang digunakan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- Mutu agregat sesuai SK SNI S-04-1989-F;
- Ukuran maksimum agregat harus  $< 1/3$  tebal pelat atau  $< 3A$  jarak bersih minimum antar tulangan.

❖ Cara pengelolaan

- Agregat harus dikelola untuk mencegah pemisahan butir, penurunan mutu, pengotoran



atau pencampuran antar fraksi dari jenis yang berbeda. Bila bahan mengalami pemisahan butir, penurunan mutu atau pengotoran, maka sebelum digunakan harus diperbaiki dengan cara pencampuran dan penyaringan ulang, pencucian atau cara-cara lainnya.

- Agregat harus dibentuk lapis demi lapis dengan ketebalan maksimum 1,0 m. Masing-masing lapis agar ditumpuk dan dibentuk sedemikian rupa dan penumpukan lapisan berikutnya dilakukan setelah lapisan sebelumnya selesai dan dijaga agar tidak membentuk kerucut.
- Agregat yang berbeda sumber dan ukuran serta gradasinya tidak boleh di satukan.
- Semua agregat yang dicuci harus didiamkan terlebih dahulu minimum 12 jam sebelum digunakan.
- Waktu penumpukan lebih dari 12 jam harus dilakukan untuk agregat yang berkadar air tinggi atau kadar air yang tidak seragam.
- Pada waktu agregat dimasukkan ke dalam mesin pengaduk, agregat tersebut harus mempunyai kadar air yang seragam.
- Agregat halus/pasir harus diperiksa kadar airnya. Volume agregat yang mempunyai kadar air bervariasi lebih dari 5%, harus dikoreksi. Pada penakaran dengan berat, banyaknya agregat setiap fraksi harus ditimbang terpisah. Agregat harus diperiksa kadar airnya, berat agregat yang mempunyai kadar air bervariasi lebih dari 3%

harus dikoreksi.

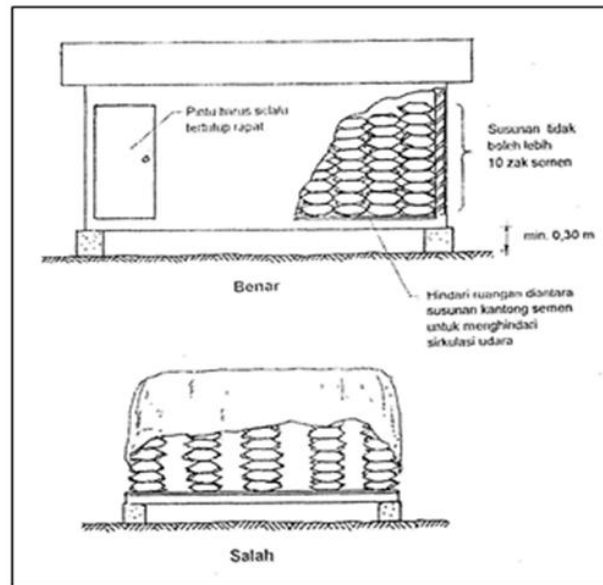
(e) Semen

Semen yang akan digunakan untuk pekerjaan beton semen harus sesuai dengan SNI 15-2049-1994. Semen harus dipilih dan diperhatikan sesuai lingkungan dimana perkerasan digunakan serta kekuatan awalnya harus cukup untuk pemotongan sambungan dan ketahanan abrasi permukaan.

Cara penyimpanan semen harus mengikuti ketentuan sebagai berikut:

- ❖ Semen disimpan di ruangan yang kering dan tertutup rapat;
- ❖ Semen ditumpuk dengan jarak setinggi minimum 0,30 meter dari lantai ruangan, tidak menempel/melekat pada dinding ruangan dan maksimum setinggi 10 zak semen;
- ❖ Tumpukan zak semen disusun sedemikian rupa sehingga tidak terjadi perputaran udara di antaranya dan mudah untuk diperiksa;
- ❖ Semen dari berbagai jenis/merk harus disimpan secara terpisah sehingga tidak mungkin tertukar dengan jenis/merek yang lain;
- ❖ Semen yang baru datang tidak boleh ditimbun di atas timbunan semen yang sudah ada dan penggunaannya harus dilakukan menurut urutan pengiriman;
- ❖ Apabila mutu semen diragukan atau telah disimpan lebih dari 2 bulan maka sebelum digunakan harus diperiksa terlebih dahulu bahwa semen tersebut memenuhi syarat;

- ❖ Pada penggunaan semen curah, suhu semen harus kurang dari 70 °C;
- ❖ Semen produksi pabrik dalam kantong yang telah diketahui beratnya tidak perlu ditimbang ulang. Semua semen curah harus diukur dalam berat.



**Gambar 3.1:**  
**Gudang Penyimpanan Semen**

(f) Air

Air yang digunakan untuk campuran atau perawatan harus bersih dan bebas dari minyak, garam, asam, bahan nabati, lanau, lumpur atau bahan-bahan lain yang dalam jumlah tertentu dapat membahayakan. Air harus berasal dari sumber yang telah terbukti baik dan memenuhi persyaratan sesuai SK SNI S-04-1989-F. Air harus diukur dalam volume atau berat dengan alat ukur yang mempunyai akurasi 2%. Akurasi alat ukur harus diperiksa setiap hari.

(g) Bahan tambah (*admixtures*)

Penggunaan bahan tambah dapat dilakukan untuk maksud kemudahan pekerjaan (*workability*) yang lebih

tinggi, atau pengikatan beton yang lebih cepat, agar penyelesaian akhir (*finishing*), pembukaan acuan dan pembukaan jalur lalu-lintas dapat dipercepat, atau pengikatan yang lebih lambat, misalnya pada pembetonan yang lebih jauh. Proporsi bahan tambah dalam campuran harus didasarkan atas hasil percobaan.

Setiap bahan tambah yang digunakan harus memenuhi spesifikasi sebagai berikut:

- ❖ SNI 03-2495 -1991 Bahan tambah untuk beton;
- ❖ SNI 03-2496-1991 Spesifikasi bahan tambah pembentukan gelembung udara;
- ❖ ASTM C-618 Spesifikasi untuk *Fly Ash* atau *Calcined Natural Pozzolan* yang digunakan dalam Beton Semen Portland;
- ❖ AASHTO M 144-78 Spesifikasi untuk *Calcium Chloride*.

Beberapa jenis bahan tambah dan kegunaannya seperti diperlihatkan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Jenis dan kegunaan bahan tambah

NO	Jenis	Kegunaan	Maksud
1.	Air Entrainment	Kemudahan pengerjaan kedap air dan keawetan.	Memasukkan gelembung udara (0,03-0,08 mm) secara merata ke dalam beton.
2.	Water Reducer	Mempertahankan slump dan kemudahan pengerjaan.	Mengurangi penggunaan air dan semen.
3.	Retarder	Menyesuaikan waktu pelaksanaan pembetonan.	Memperlambat waktu pengikatan.
4.	Accelerator	Kuat awal tinggi dalam waktu relatif singkat. Tidak boleh digunakan bersamaan dengan " Air Entrainment". Sering mengandung Calcium Chlorida yang menimbulkan korosi dan reaksi alkali-agregat. Catatan : Lebih aman bila digunakan : - Semen kuat awal tinggi. - Beton mutu tinggi. - Pemanasan uap.	Mempercepat waktu pengikatan.
5.	<i>Plasticizer</i>	Meningkatkan kemudahan dan mutu pengerjaan ( <i>workability</i> ).	Bila proporsi campuran dan bentuk agregat kurang baik, adukan kurang " <i>workable</i> ". Bila jarak tulangan rapat.
6.	Lain-lain Pozolan	Mengendalikan suhu dalam beton dan mencegah reaksi alkali-agregat.	Beton masif (mutu dan cara uji semen pozolan sesuai dengan SII 0132-75).

(h) Penentuan proporsi campuran beton semen

Penentuan proporsi campuran awal diperoleh berdasarkan perhitungan rancangan dan percobaan campuran dilaboratorium. Proporsi rencana campuran akhir harus didasarkan pada percobaan penakaran skala penuh pada awal pekerjaan. Apabila ketentuan kadar semen minimum diterapkan, maka disarankan untuk menggunakan semen minimum 335 kg/cm<sup>3</sup>, kecuali bila pengalaman setempat menunjukkan bahwa nilai tersebut dapat diturunkan. Disarankan kuat tarik lentur beton yang ditentukan untuk tujuan perencanaan dan keawetan pada umur 28 hari tidak boleh lebih kecil dari 4 MPa (40 kg/cm<sup>2</sup>). Bila dalam perencanaan dimasukkan parameter lain dari beton, maka kebutuhan semen per m<sup>3</sup> beton berdasarkan metoda semen minimum, harus dinaikkan atau diturunkan berdasarkan pengalaman. Dalam hal apapun kadar semen tidak boleh lebih kecil dari 280 kg/m<sup>3</sup>.

b) Unit Penakaran (*Batching Plant*)

Unit penakaran terdiri atas bak-bak atau ruangan-ruangan terpisah untuk setiap fraksi agregat dan semen curah. Alat ini harus dilengkapi dengan bak penimbang (*weighting hoppers*), timbangan (*scales*) dan pengontrol takaran (*Batching controls*). Semen curah harus ditimbang pada bak penimbang yang terpisah, dan tidak boleh ditimbang kumulatif dengan agregat. Timbangan harus cukup mampu untuk menimbang bahan satu adukan dengan sekali menimbang. Alat penimbang harus dapat menimbang semua bahan secara teliti. Ketelitian timbangan harus diperiksa sebelum digunakan dan secara berkala selama pelaksanaan.

c) Pengukuran dan Penanganan Bahan

Beberapa hal yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut:

- (1) Semen curah maupun semen kemasan dapat digunakan, asalkan menggunakan cara penakaran yang sama. Semen yang berbeda merek tidak boleh digunakan pada pencampuran yang bersamaan. Semen harus ditimbang dengan penyimpangan maksimum 1%. Apabila digunakan semen kemasan, maka jumlah semen dalam satu adukan beton harus merupakan bilangan bulat dalam zak;
- (2) Agregat ditimbang dengan penyimpangan maksimum 2 %;
- (3) Air pencampur dapat ditakar berdasarkan volume atau berat. Toleransi penakaran maksimum 1%;
- (4) Bahan tambah yang digunakan harus dicampur ke dalam air sebelum dituangkan ke dalam mesin pengaduk. Bahan tambah dapat ditakar dalam berat atau volume, dengan toleransi penakaran maksimum 3%. Bila digunakan bahan tambah pembentuk udara (*air entraining admixture*) bersamaan dengan bahan kimia, maka masing-masing bahan tambah harus ditakar dan ditambahkan kedalam adukan secara terpisah;
- (5) Abu terbang (*fly ash*) atau pozolan lainnya harus ditakar dalam berat dengan batas ketelitian 3 %.

d) Cara Pengadukan Beton Semen

Pengadukan beton semen merupakan bagian paling penting dari tahapan-tahapan, harus menghasilkan beton semen yang homogen, seragam dan ekonomis. Untuk memperoleh rasio yang seperti itu, pemilihan tipe alat dan pengoperasiannya harus dilakukan secara tepat, demikian juga penempatan alat pengaduk dan material bahan campuran beton.

Bahan tambah yang berupa cairan harus dicampur ke dalam air

sebelum dituangkan ke dalam mesin pengaduk. Seluruh air campuran harus sudah dimasukkan ke dalam mesin pengaduk sebelum seperempat masa pengadukan selesai. Lama waktu pencampuran (*mixingtime*) yang diperlukan ditetapkan dari hasil percobaan campuran. Waktu pencampuran tidak boleh kurang dari 75 detik, kecuali ada data untuk mencampur minimum 60 detik.

Apabila digunakan beton siap campur (*Ready mixed Concrete*), pelaksanaan pencampuran beton harus sesuai dengan persyaratan Pd. S-02-1996-03.

(1) Cara masinal

Dalam mengerjakan pengadukan beton sebaiknya digunakan peralatan yang telah memenuhi semua persyaratan yang bisa dikendalikan secara otomatis, baik dalam hal penimbangan atau penakaran material maupun pengadukannya. Mesin pengaduk harus dilengkapi dengan petunjuk dari pabrik yang menyatakan kapasitas dan jumlah putaran per menit yang dianjurkan.

(2) Cara semi masinal

Apabila cara masinal tidak bisa dilaksanakan sepenuhnya, pengadukan beton dapat dikerjakan dengan cara semi masinal, yaitu dengan peralatan atau mesin yang tidak sepenuhnya bisa dikendalikan secara otomatis (beton molen). Kondisi pelaksanaan seperti ini harus disertai dengan pengawasan yang lebih baik.

(3) Cara manual

Untuk pekerjaan bagian-bagian tertentu dengan jumlah kecil atau dalam hal kondisi darurat, pengadukan dengan tangan (*hand mixing*) menggunakan sekop dan cangkul boleh dilakukan.

e) Pengangkutan Adukan Beton

Pengangkutan adukan beton ke lokasi pengecoran dapat menggunakan antara lain: tipping truck, truck mixer atau agitators, sesuai dengan pertimbangan ekonomis dan jumlahnya beton yang diangkut. Pengangkutan harus dapat menjaga campuran beton tetap homogen, tidak segregasi, dan tidak menyebabkan perubahan konsistensi beton.

Apabila beton diangkut dengan peralatan yang tidak bergerak (non-agitating), rentang waktu terhitung mulai semen dimasukkan ke dalam mesin pengaduk hingga selesai pengangkutan ke lokasi tidak boleh melebihi 45 menit untuk beton normal dan tidak boleh melebihi 30 menit untuk beton yang memiliki sifat mengeras lebih cepat atau temperatur beton  $> 30^{\circ}\text{C}$ . Apabila digunakan truck mixers atau truck agitators, rentang waktu pengangkutan dapat diijinkan hingga 60 menit untuk beton normal tetapi harus lebih pendek lagi jika untuk beton yang mengeras lebih cepat atau temperatur beton  $> 30^{\circ}\text{C}$ .

f) Pengecoran, Penghamparan, dan Pematatan

(1) Pengecoran

Pengecoran beton harus dilakukan secara hati-hati agar tidak terjadi segregasi. Tinggi jatuh adukan beton harus diperhatikan antara 0,90-1,50 m tergantung dari konsistensi adukan.

Apabila dalam pengecoran digunakan mesin pengaduk di tempat, penuangan adukan beton dapat dilakukan menggunakan baket (*bucket*) dan talang. Untuk beton tanpa tulangan adukan beton dapat dituangkan di atas permukaan yang telah disiapkan di depan mesin penghampar. Harus diusahakan agar penumpahan adukan beton dari satu adukan ke adukan berikutnya berlangsung secara



berkesinambungan sebelum terjadi pengikatan akhir (*final setting*).

Pengecoran pada cuaca panas:

Bila pelaksanaan perkerasan dilakukan pada cuaca panas dan bila temperatur beton basah (*fresh concrete*) di atas 24°C, pencegahan penguapan harus dilakukan. Air harus dilindungi dari panas sinar matahari, dengan cara melakukan pengecatan tanki air dengan warna putih dan mengubur pipa penyaluran atau dengan cara lain yang sesuai. Temperatur agregat kasar diturunkan dengan menyemprotkan air. Pengecoran beton harus dihentikan bila temperatur beton pada saat dituangkan lebih dari 32°C.

Kehilangan kadar air yang cepat dari permukaan perkerasan akan menghasilkan kekakuan yang lebih awal dan mengurangi waktu yang tersedia untuk menyelesaikan pekerjaan akhir. Dalam keadaan seperti ini tidak diperbolehkan menambahkan air ke permukaan pelat. Pada kondisi yang sangat terpaksa berkurangnya kadar air bisa diimbangi dengan melakukan pengkabutan.

(2) Penghamparan

Ada dua metoda penghamparan beton semen.

(a) Metoda menerus;

Pada metoda ini beton dicor secara menerus. Sambungan-sambungan melintang dapat dibuat ketika beton masih basah atau dengan cara digergaji sebelum retak susut terjadi.

(b) Metoda panel berselang.

Pada metoda ini beton dicor dengan sistem panel-panel berselang. Panel-panel yang kosong di antara panel-panel yang sudah dicor, pengecorannya dikerjakan

setelah 4-7 hari berikutnya. Pada pekerjaan besar harus disediakan penghampar jenis dayung (*paddle*) atau ulir (*auger*), atau ban berjalan, maupun jenis wadah (*hopper*) dan ulir, kecuali apabila digunakan penghampar acuan gelincir. Pada mesin penghampar acuan gelincir, peralatan penghampar biasanya sudah menyatu. Semua peralatan harus dioperasikan secara seksama. Pada pekerjaan yang lebih kecil, penghamparan dapat dilakukan dengan cara manual. Beton harus dihampar dengan ketebalan yang sesuai dengan tipe dan kapasitas alat pemadat. Apabila perkerasan beton menggunakan tulangan, pemasangan tulangan harus diperkuat oleh dudukan kemudian beton dicor dan dipadatkan dari atas.

(3) Pemadatan

Adukan beton harus dipadatkan dengan sebaik-baiknya. Ada dua metoda untuk memadatkan beton yaitu: pemadatan dengan tangan dan pemadatan dengan getaran.

(a) Pemadatan dengan tangan (*hand tamping*);

Alat ini biasanya digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan kecil. Alat ini dapat dibuat dari balok kayu berukuran 22,5 x 7,5 mm<sup>2</sup> dengan panjang sesuai lebar jalur yang dicor. Bagian bawah tepi balok kayu diperkuat dengan pelat besi tebal 5 mm. Untuk memadatkan beton, mula-mula alat ini dipasang mendatar diatas permukaan beton, kemudian diangkat dan dijatuhkan secara berulang-ulang. Setelah pemadatan selesai, alat ini bisa sekaligus dipakai untuk meratakan dan merapikan permukaan beton.

(b) Pemadatan dengan getaran yang dioperasikan dengan

tangan (*Hand-operated vibrating beam*).

Alat ini berupa balok yang bertumpu di atas acuan-acuan samping. Kepadatan beton dicapai dengan menggetarkan satu unit balok penggetar yang dioperasikan secara manual. Sebagai tambahan untuk pemadatan bagian-bagian tepi atau sudut, dapat digunakan alat pemadat yang dibenamkan ke dalam beton (*immersion vibrator*). Pemadatan beton harus dihentikan sebelum terjadi bliding (*bleeding*) pada permukaan beton, dan harus sudah selesai sebelum pengikatan awal terjadi. Untuk daerah di sekitar ruji dan dudukan, pada tepi-tepi dan sudut-sudut sekitar fasilitas drainase, dan pada pelat-pelat tidak beraturan, pada jalan masuk dan persimpangan, diperlukan penanganan khusus untuk mencapai kepadatan yang baik.

g) Pembentukan Tekstur Permukaan

(1) Penyelesaian Akhir Perkerasan Beton Semen

Setelah beton dipadatkan, permukaan beton harus diratakan dan dirapihkan dengan alat perata. Beton yang masih dalam keadaan plastis diberi tekstur untuk memberikan kekesatan permukaan. Permukaan yang kasar bisa dicapai dengan beberapa cara. Ini termasuk penarikan karung goni (*burlap*), penyikatan dengan kawat atau paku dan pembuatan alur.

(2) Penarikan Burlap (Sejenis Karung Goni)

Tekstur yang dibuat dengan cara penarikan burlap cocok untuk jalan dengan kecepatan lalu lintas rendah. Cara ini dilakukan dengan menarik lembar burlap pada arah memanjang permukaan perkerasan. Sebagai contoh burlap yang terdiri dari 4 lapis dan berat sekitar 340 gr/m<sup>2</sup> dapat

menghasilkan tekstur dengan kedalaman sekitar 1,5 mm. Biasanya untuk mendapatkan tekstur permukaan yang memuaskan diperlukan penarikan burlapi dua kali, dimana penarikan pertama untuk pembuatan tekstur awal dan yang berikutnya untuk pembuatan tekstur permukaan akhir. Burlap harus dijaga agar selalu lembab dan bersih sepanjang hari.

h) Penyapu/Penyikat Melintang

Penyapu/penyikat cocok untuk jalan dengan kecepatan lalu lintas yang rendah maupun yang tinggi di daerah yang peka terhadap kebisingan. Penyikat bisa dikerjakan dengan cara manual atau mekanis yang akan menghasilkan tekstur permukaan yang seragam sampai kedalaman 1,5 mm. Penyikatan biasanya dilakukan dalam arah melintang. Sikat harus terbuat dari kawat kaku dan lebar sikat tidak boleh kurang dari 45 cm. Sikat harus terdiri dari dua ban's dengan jarak 2 cm dari sumbu ke sumbu," masing-masing baris terdiri dari beberapa ikatan kawat dengan jarak antar ikatan 1 cm, yang setiap ikatan terdiri dari 14 kawat. Letak ikatan kawat harus dipasang secara zig-zag. Panjang kawat 10 cm dan harus diganti apabila panjangnya menjadi 9 cm.

i) Pembuatan Alur Dalam pada Arah Melintang

Pembuatan alur harus didahului oleh penarikan karung goni, yang terakhir diikuti pembuatan alur dengan sisir kawat. Ukuran penampang kawat 0,6 mm x 3 mm dengan panjang 12,5 cm dan jarak antar kawat 2 cm dalam arah memanjang serta 2,5 cm untuk arah melintang yang dipasang secara acak. Lakukan penggoresan sampai kedalaman alur mencapai 3-6 mm. Untuk mendapatkan alur yang lurus dan dilaksanakan secara manual, penggoresan harus dilakukan dengan bantuan mistar pelurus (*straightedge*).

j) Perlindungan dan Perawatan

(1) Perlindungan

Setelah beton dicor dan dipadatkan, hingga berumur beberapa hari, beton harus dilindungi terhadap kerusakan yang disebabkan oleh faktor lingkungan.

(a) Pencegahan Retak Susut Plastis;

Retak susut plastis adalah retak yang terjadi pada permukaan beton basah dan pada saat masih plastis.

Penyebab utama dari retak tipe ini adalah pengeringan permukaan beton yang terlalu cepat yang dipengaruhi oleh kelembaban relatif, temperatur beton dan udara serta kecepatan angin. Tingkat penguapan akan sangat tinggi bila kelembaban relatif kecil, temperatur beton lebih tinggi dari temperatur udara, dan bila angin bertiup pada permukaan beton. Bilamana terjadi kombinasi panas, cuaca kering dan angin yang kencang akan mengakibatkan hilangnya kelembaban yang lebih cepat dibandingkan dengan pengisian kembali rongga oleh proses aliran air. Pengeringan yang cepat juga terjadi pada cuaca dingin, jika temperatur beton pada saat pengecoran adalah lebih tinggi dari pada temperatur udara. Jika laju penguapan air lebih dari 1,0 kg/m<sup>2</sup> per jam, pencegahan harus dilakukan untuk menghindari terjadinya retak susut plastis. Besarnya laju penguapan dapat diestimasi dengan menggunakan nomogram.

Prosedur untuk meminimalkan retak akibat susut plastis:

- ❖ Buat pelindung angin untuk mengurangi pengaruh angin dan atau sinar matahari terhadap permukaan

beton semen kendalikan perbedaan temperatur yang berlebihan antara beton dan udara baik cuaca panas maupun dingin;

- ❖ Hindari keterlambatan penyelesaian akhir setelah pengecoran beton;
- ❖ Rencanakan waktu antara pengecoran dan permulaan perawatan dengan memperhatikan prosedur pelaksanaan, apabila terjadi keterlambatan, lindungi beton dengan penutup sementara;
- ❖ Lindungi beton selama beberapa jam pertama setelah pengecoran dan pembuatan tekstur permukaan untuk meminimalkan penguapan.

(b) Perlindungan Terhadap Hujan;

Untuk melindungi beton belum berusia 12 jam, harus ditutup dengan bahan seperti plastik, terpal atau bahan lain yang sesuai.

(c) Perlindungan Terhadap Kerusakan Permukaan.

Perkerasan harus dilindungi terhadap lalu-lintas umum dan proyek, dengan pemasangan rambu lalu-lintas, penerangan lampu, penghalang, dan lain sebagainya.

Nomogram penentuan besar laju penguapan

(2) Perawatan

Perawatan perlu dilakukan dengan seksama karena sangat menentukan mutu akhir beton. Setelah pelaksanaan akhir dan pengteksturan seluruh permukaan beton harus dirawat. Salah satu perawatan yang baik adalah dengan cara penyemprotan bahan larutan yang sesuai, seperti pigmen putih (*white-pigmented*), bahan dasar resin (*resin-based*) atau bahan dasar karet klorinat (*chlorinated-rubber-base*),

selaput kompon yang sesuai dengan ASTM C309. Kompon harus disemprotkan dengan jumlah 0,3 ltr/m<sup>2</sup> (3,75 m<sup>2</sup>/ltr) untuk tebal pelat > 12,5 cm dan 0,2 ltr/m<sup>2</sup> (2,5 m<sup>2</sup>/ltr) untuk tebal pelat < 12,5 cm. Bidang-bidang tepi perkerasan harus segera dilapisi paling lambat 60 menit setelah acuan dibongkar. Apabila pada masa perawatan terjadi kerusakan lapisan perawatan, maka lapisan perawat tersebut harus segera diperbaiki.

Metoda perawatan yang lain seperti dengan lembaran plastik putih dapat dilakukan bilamana perawatan dengan selaput kompon tidak memungkinkan. Penempatan lembaran plastik putih harus dilaksanakan pada saat permukaan beton masih basah. Jika permukaan terlihat kering sebelum beton mengeras, harus dibasahi dengan cara pengkabutan sebelum lembaran plastik tersebut dipasang. Sambungan lembaran penutup harus dipasang tumpang tindih selebar 50 cm dan harus dibebani sedemikian rupa sehingga tetap lekat dengan permukaan perkerasan beton. Lembaran penutup harus dilebihkan pada tepi perkerasan beton dengan lebar yang cukup sehingga dapat menutup sisi samping dari permukaan pelat beton setelah acuan samping dibuka. Lembaran tersebut hendaknya masih berada pada tempatnya selama waktu perawatan. Penggunaan karung goni yang lembab untuk menutup permukaan beton dapat dipergunakan, lembar penutup harus diletakkan sedemikian rupa sehingga menempel pada permukaan beton, tetapi tidak boleh diletakkan sebelum beton cukup mengeras guna mencegah pelekatan. Penutup harus dipertahankan dalam keadaan basah dan pada tempatnya selama minimal 7 hari.

k) Kelandaian yang Curam

Pada kelandaian yang curam (> 6%) diperlukan alur yang lebih dalam untuk memberikan kekesatan yang lebih tinggi. Prosedur pelaksanaan harus diikuti, dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- (1) Arah penghamparan perkerasan harus selalu dimulai dari bagian yang renda;
- (2) Pada sambungan melintang lidah alur, balok pembuat alur harus dipasang pada acuan tepi atas dari panel bagian bawah. Balok pembuat alur terlebih dahulu harus dicabut sebelum panel atasnya dicor, untuk mendapatkan sambungan yang kuat;
- (3) Harus dibuat angker panel dan angker blok sesuai keperluan;
- (4) Keleccakan dari campuran beton harus disesuaikan dengan kemiringan untuk mengurangi campuran beton mengalir kebawah selama pemadatan.

Penggunaan adukan beton yang kental memerlukan balok penggetar untuk memadatkannya, atau dengan menggunakan pemadat tangan, namun memerlukan usaha yang lebih keras.

Penggunaan metoda panel berselang memungkinkan aliran beton bisa terjadi yang akan menyebabkan naiknya ketinggian pada sambungan dengan pelat sebelumnya. Hal ini bisa diatasi dengan melakukan perataan kembali dari beton yang masih plastis disekitar sambungan dalam waktu 30 menit sejak penyelesaian akhir.

l) Pembuatan Sambungan

Pembuatan sambungan bisa dilaksanakan pada saat beton masih plastis atau dengan melakukan penggergajian untuk pengendalian retak. Teknik penggergajian merupakan cara terbaik saat ini, dan harus dipertimbangkan untuk ruas-ruas jalan utama.



Untuk ruas-ruas yang tidak begitu penting teknik pembentukan basah lebih ekonomis.

(1) Sambungan Dengan Penggergajian Melintang

Penggergajian sambungan susut melintang dan memanjang harus dimulai secepat mungkin setelah beton mengeras dan dijamin tidak terjadi pelepasan butir, umumnya 4 jam - 8 jam, tergantung dari hasil uji coba lapangan. Semua sambungan susut harus digergaji sebelum retak-retak yang tidak dikehendaki terjadi, jika diperlukan pelaksanaan penggergajian, harus dilakukan terus menerus siang malam tanpa memperhatikan cuaca. Penggergajian dapat dilakukan lebih awal guna menghindari retak acak. Penggergajian pada sambungan susut melintang harus dihentikan bilamana retak sudah terjadi dekat dengan lokasi sambungan. Umumnya penggergajian sambungan susut harus berurutan pada lajur-lajur yang berurutan. Lebar dari penggergajian awal untuk sambungan susut melintang dan memanjang tidak lebih dari 3 mm. Bilamana sambungan akan diberi lapis penutup, bagian atas celah dilebarkan dan dilaksanakan secepat-cepatnya tujuh hari setelah penggergajian awal. Pelebaran sambungan pelaksanaan memanjang harus dilakukan secepat-cepatnya tujuh hari setelah penghamparan. Sesegera mungkin setelah penggergajian, celah-celah dari sambungan harus dibersihkan dengan menyemprotkan air bersih dan segera ditutup sementara dengan bahan yang telah direncanakan.

(2) Sambungan Basah

Sambungan susut melintang basah dilakukan dengan memasukkan lembaran plastik dengan cara menekan batang berbentuk "T" ke dalam beton yang masih plastis.

Sambungan susut melintang basah harus diberi penutup.

(3) Penutup Sambungan

Permukaan sambungan harus bersih dan bebas dari bahan-bahan lain yang akan melemahkan ikatan dengan bahan penutup. Kerusakan pada permukaan sambungan seperti lepasnya agregat, masuknya material luar yang akan menghalangi pergerakan bebas ketika penutup sambungan ditekan perlu diperbaiki. Lalu-lintas tidak diperbolehkan lewat pada lajur perkerasan sebelum sambungan diberi bahan penutup permanen atau sementara.

m) Pemasangan Penutup Sambungan Siap Pakai

Celah sampai kedalaman dimana penutup sambungan akan dipasang harus dibersihkan. Celah harus dikeringkan dan dibersihkan dengan menggunakan kompresor. Sebelum pemasangan lapis penutup, jika ada kerusakan harus diperbaiki terlebih dahulu.

Sisi-sisi bahan penutup harus diberi lapis pelumas rekat dengan bahan yang sesuai pada ASTM D-2835 dan dimasukkan ke dalam sambungan dengan cara ditekan menggunakan roler yang tidak akan merusak bahan sambungan pada saat pemasangan. Bahan sambungan harus rata, agar tepat masuk ke dalam celah. Pemuluran maksimum bahan penutup setelah pemasangan adalah 10%.

Permukaan bahan penutup harus berada 5-7 mm di bawah permukaan perkerasan.

n) Pemasangan Penutup Sambungan dengan Pasta Dingin

Sebelum sambungan ditutup, celah sambungan harus dilebarkan sesuai dengan ukuran yang diinginkan dan dibersihkan dengan semprotan air yang kuat. Sesaat sebelum pemasangan penutup sambungan, celah sambungan harus dikeringkan dengan

menggunakan kompresor.

Bilamana resap ikat diperlukan, maka bisa dilakukan dengan kuas atau penyemprot. Untuk sambungan perkerasan beton pada proyek yang besar penggunaan penyemprot lebih cocok.

Hampir semua bahan resap ikat memerlukan waktu untuk mengering sebelum penutup sambungan dipasang. Setelah pembersihan akhir dan pemberian resap ikat pada sambungan, bahan anti lekat harus dipasang sesuai kedalaman yang cukup untuk memijahkan pemasangan penutup sambungan.

Setelah sambungan diisi dengan bahan penutup, harus diperiksa untuk memastikan tidak terdapat rongga udara, ikatan yang baik serta berpenampilan yang seragam dan rapi.

o) Lapis Tambah

(1) Persiapan Permukaan Lapis Perkerasan Yang Ada

Hal yang harus diperhatikan pada permukaan perkerasan yang ada (perkerasan lama) adalah: lubang, genangan air, kotoran dan benda-benda asing lainnya; pamping atau rembesan air pada sambungan. Rongga dapat ditutup dengan menggunakan campuran aspal atau bahan lain yang sesuai. Pada daerah dimana terjadi kerusakan perkerasan yang cukup parah pada perkerasan atau tanah dasar, harus dilakukan pembongkaran dan diganti dengan material untuk mendapatkan kondisi pondasi permukaan yang memenuhi persyaratan. Sebelum pelaksanaan lapis tambah persyaratan permukaan seperti yang diuraikan pada Butir 5.2 harus dilaksanakan.

(2) Beton Semen Di Atas Beton Semen Dengan Lapis Pemisah

Permukaan perkerasan yang ada harus dibersihkan dari benda-benda asing, gompal, penutup sambungan yang lepas, sisa perapihan tambahan atau bahan lain yang dapat

mengganggu ikatan antara perkerasan yang lama dengan lapis tambah. Lapis pemisah seperti lembar kedap air, lapis material berbutir, harus dihamparkan sebelum pekerjaan lapis tambah dilaksanakan. Pekerjaan yang berhubungan penyiapan, pembetonan, pengadukan, pengangkutan, pengecoran, pembentukan tekstur permukaan, perlindungan dan perawatan, pembuatan sambungan dan pembukaan untuk lalu lintas mengacu pada Butir 7.1, sampai Butir 7.11. Pembuatan sambungan lapis tambah beton semen harus pada lokasi yang sama dengan letak sambungan lapis beton semen dibawahnya. Harus diperhatikan agar sambungan susut atau muai lapis beton semen di bawahnya tetap berfungsi.

(3) Beton semen di atas perkerasan beraspal

Permukaan perkerasan yang ada harus dibersihkan dari benda- benda asing, sisa perapihan tambahan atau bahan lain yang tidak sesuai. Lapis pemisah seperti lembar kedap air, lapis material berbutir harus dihamparkan sebelum pekerjaan lapis tambah dilaksanakan pekerjaan yang berhubungan penyiapan, pembetonan, pengadukan, pengangkutan, pengecoran, pembentukan tekstur permukaan, perlindungan, perawatan dan pembuatan sambungan mengacu pada Butir 7.1, sampai Butir 7.11.

p) Sambungan Peralihan Antara Perkerasan Beraspal dan Perkerasan Beton Semen

Guna menghindari penurunan pada bagian perkerasan beraspal, perlu dibuat lapisan transisi pada sambungan peralihan antara perkerasan beraspal dan perkerasan beton semen. Lebar slab transisi:

- 2,0 m untuk sambungan melintang

- 0,6 untuk sambungan memanjang

Sambungan peralihan antara perkerasan beraspal dan perkerasan beton semen.

q) Pembuatan untuk Lalu Lintas

Perkerasan harus dilindungi dari kerusakan yang diakibatkan oleh lalu-lintas proyek dengan hanya mengizinkan lalu lintas tersebut lewat pada perkerasan sampai beton mencapai kekuatan seperti yang tercantum pada Tabel 3.2. Lalu-lintas umum tidak diperbolehkan melewati perkerasan sampai kekuatan beton mencapai kekuatan yang memadai seperti pada Tabel 3.3. Di daerah yang sangat banyak gangguan atau bilamana diperlukan pembukaan lalu-lintas lebih awal, pertimbangan harus ditujukan pada sistim pelaksanaan yang lebih cepat.

Tebal pelat (cm)	Kuat tekan minimum yang diijinkan ( $f_c$ ) (MPa) kg/cm <sup>2</sup>
12,5 > 12,5	27,6 (276) 17,9 (179)

Tebal pelat (cm)	Kuat tekan untuk pembukaan lalu lintas umum ( $f_c$ ) (MPa)kg/cm <sup>2</sup>	
	Hanya kendaraan penumpang	Lalu-lintas campuran *
12,5 > 12,5	17,9(179)	27,6 (276) 17,9 (179)

Catatan:

Menganggap ada 500 lintasan beban sumbu ekivalen (ESAL) dalam satu arah antara waktu pembukaan dan waktu beton mencapai kuat tekan rencana (kuat tekan pada 28 hari).

### 3. Pengendalian Mutu

a. Kegiatan Pengontrolan Yang Harus Dilakukan Selama Pelaksanaan

Hal-hal utama yang harus dilakukan dalam pengawasan selama pelaksanaan perkerasan beton semen sebagai berikut:

- 1) Pekerjaan Awal;
  - a) Mempelajari gambar rencana dan spesifikasi
  - b) Pemahaman lebih dalam terhadap lokasi proyek, lajur dan kemiringan peralatan dan Organisasi Kontraktor penentuan tugas dan tanggung jawab
  - c) Menentukan pengujian, pencacatan dan laporan yang diperlukan peralatan dan fasilitas untuk pemeriksaan, pengujian dan pengendalian
- 2) Bahan;

Semua bahan harus diidentifikasi mengenai sumber, jumlah dan kesesuaian dengan persyaratan, penanganan, penimbangan dan pembuangan bahan yang ditolak. Bahan tersebut meliputi:

  - a) Semen
  - b) Agregat air
  - c) Bahan tambah
  - d) Tulangan, ruji, dan bahan pengikat
  - e) Material perawatan beton
  - f) Bahan sambungan
- 3) Perbandingan Campuran;
  - a) Pengujian agregat meliputi: gradasi, berat jenis, penyerapan, kadar lempung
  - b) Data perencanaan campuran meliputi: kadar semen, proporsi agregat, air, rongga udara, kelecakan dan kekuatan
  - c) Volume takaran meliputi: ukuran takaran, berat material dalam takaran dan koreksi kadar air agregat
- 4) Unit Penakar/Penimbang Meliputi;
  - a) Pemeriksaan peralatan untuk menimbang dan mengukur: semen, agregat, air dan bahan tambah
  - b) Pemeriksaan peralatan untuk penanganan material, pengangkutan dan skala timbangan

5) Unit Pencampur;

Pemeriksaan peralatan pencampur, lama waktu pencampuran, alat pengatur waktu dan penghitungan jumlah takaran sebelum pengecoran beton semen:

- a) Acuan: kecocokan acuan, alinemen, kemiringan dan ruji
- b) Tanah dasar: kerataan, pemeriksaan permukaan akhir dan kadar air sambungan muai: bahan sambungan, lokasi, alinemen, dudukan dan ruji

6) Pembetonan;

- a) Persiapan: bahan, perlengkapan peralatan, tenaga kerja dan bahan pelindung cuaca
- b) Pencampuran: jenis peralatan, konsistensi, kadar udara, pemisahan butir segregasi dan keterlambatan
- c) Pengangkutan: batas waktu, pengecekan pemisahan butir dan perubahan konsistensi
- d) Pengecoran: penempatan adukan, pemisahan butir, tinggi jatuh, penyebaran, pemadatan, penggetaran, penempatan sambungan dan pemeriksaan sambungan
- e) Penyelesaian akhir: melintang dan memanjang, kelurusan dan kerataan, lingkungan, pengteksturan dan perapihan tepi
- f) Pembentukan sambungan susut: pembentukan sambungan, alinemen, perapihan tepi dan pemeriksaan permukaan sambungan

7) Setelah Pembetonan ;

- a) Waktu pembongkaran acuan: kerusakan agar dihindari
- b) Perawatan: metoda, peralatan dan bahan, keseragaman, waktu mulai perawatan dan lama waktu perawatan
- c) Perlindungan: beton basah, hujan, lalu-lintas, cuaca dingin, cuaca panas dan pencatatan temperatur
- d) Sambungan yang digergaji: peralatan, waktu penggergajian dan pelebaran bagian atas pada sambungan

- e) Penutup sambungan: peralatan, temperatur, bahan penutup, pembersihan sambungan dan penutupan
- f) Pemeriksaan permukaan: kelurusan dan kerataan, perbaikan atau penggantian
- 8) Pengujian Beton Semen
  - a) Campuran beton basah: pengujian kelecakan (dengan *slump*) dan kadar udara.
  - b) Pengujian kekuatan: pengambilan contoh, pembuatan benda uji, penyimpanan dan
  - c) Perawatan benda uji, pengujian kuat tekan, pengujian kuat tarik lentur, pengambilan contoh inti dan penggergajian perkerasan untuk pengujian kuat tarik lentur.
- 9) Toleransi Penyimpangan
  - a) Kerataan Permukaan Baik Melintang Atau Memanjang;  
Penyimpangan kerataan permukaan, dari garis lurus bisa ditentukan dengan menggunakan mistar perata (*straight edge*) dengan panjang 3 meter. Toleransi permukaan pada jalan dengan volume lalu lintas ringan untuk jalan perkotaan dengan kecepatan rendah ialah 6 mm, sedangkan untuk kecepatan tinggi 3 mm dengan menggunakan mistar perata 3 meter.
  - b) Ketebalan.  
Perkerasan beton harus dilaksanakan sesuai tebal yang diinginkan. Jika dipandang perlu untuk menentukan ketebalan perkerasan setelah penghamparan, bisa dilakukan dengan mengukur contoh inti (*core drill*) dari perkerasan. Satu bor inti harus diambil dari setiap 140 m<sup>2</sup> perkerasan yang dihamparkan pada setiap lajur. Masing-masing hasil pengeboran harus diukur sesuai dengan ASTM C 174. Penerimaan pekerjaan harus didasarkan pada hasil pengujian contoh inti yang diambil dari pekerjaan yang telah selesai. Bilamana hasil pengukuran bor inti meragukan diperlukan



dua contoh inti tambahan yang diambil dengan jarak 10 meter (satu sebelumnya dan satu lagi sesudahnya) dari lokasi pengambilan bor inti yang pertama, lubang bekas pengeboran harus ditutup kembali dengan sempurna. Pertimbangan yang diperlukan sebagai dasar penerimaan pekerjaan sehubungan dengan toleransi tebal, sesuai dengan spesifikasi yang berlaku.

#### 4. Pengawasan dan Pengendalian Pelaksanaan Pekerjaan Perkerasan Berbutir

Pengawasan dan pengendalian pelaksanaan pekerjaan difokuskan pada 3 hal terpenting yaitu pengendalian kerja, mutu dan waktu.

##### a. Pengendalian Biaya

Pengendalian biaya dilaksanakan oleh staf teknik proyek. Pelaksana lapangan bertugas melakukan pengendalian bisa dengan sistem target, dimana yang bersangkutan harus melakukan pengawasan terhadap produktifitas alat dan produktifitas tenaga kerja serta waste untuk bahan. Dengan adanya efisiensi penggunaan dan pengadaan alat, bahan dan tenaga kerja akan menghasilkan produk sesuai target waktu dan target volume pekerjaan sesuai ketentuan yang telah ditetapkan.

Apa itu produktifitas dan waste dapat dijelaskan sebagai berikut:

##### 1) Produktifitas

Untuk mencari tingkat produktivitas yang ada, baik produktivitas tenaga maupun alat, perlu diketahui/dipahami hal-hal sebagai berikut:

Untuk mencari tingkat produktivitas yang ada, baik produktivitas tenaga maupun alat, perlu diketahui/dipahami hal-hal sebagai berikut:

##### a) Pengertian Produktivitas

Secara teori, produktivitas adalah output dibagi input, yang dapat digambarkan sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{output per satuan waktu}}{\text{input}}$$

Pembahasan disini dibatasi pada produktivitas tenaga dan alat yang output nya berupa kuantitas pekerjaan proyek konstruksi.

Output dalam proyek konstruksi dapat berupa kuantitas (atau volume):

- (1) Pekerjaan galian ( $m^3$ )
- (2) Pekerjaan timbunan ( $m^3$ )
- (3) Pekerjaan pemasangan beton ( $m^3$ )
- (4) Pekerjaan pemasangan formwork ( $m^2$ )
- (5) Pekerjaan penulangan beton (kg)
- (6) Pekerjaan dinding bata ( $m^2$ )
- (7) Pekerjaan plesteran, lantai, plafond dan seterusnya.

Sedang input-nya adalah tenaga kerja atau alat (dalam hal ini alat termasuk operatornya). Bila tenaga atau alat bekerja secara individual, maka produktivitas yang diukur adalah produktivitas individu. Bila tenaga atau alat bekerja secara kelompok, maka produktivitas yang diukur adalah produktivitas kelompok. Produktivitas kelompok sangat dipengaruhi oleh komposisi dari anggota kelompok.

b) Faktor yang mempengaruhi produktivitas

Produktivitas tenaga kerja atau alat dalam menyelesaikan suatu pekerjaan, dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain sebagai berikut:

- (1) Kondisi pekerjaan dan lingkungan
- (2) Keterampilan tenaga kerja/kapasitas alat
- (3) Motivasi tenaga kerja/operator
- (4) Cara kerja (metode)
- (5) Manajemen (SDM dan alat)

2) Waste

Tingkat waste juga berkaitan dengan kemampuan mandor/sub kontraktor dalam mengelola sumber daya material. Untuk mencapai

tingkat waste yang kecil, perlu diketahui/dipahami hal-hal sebagai berikut:

a) Pengertian waste

Waste adalah kelebihan kuantitas material yang digunakan/didatangkan yang tidak menambah nilai suatu pekerjaan. Waste, hampir selalu ada, apapun penyebabnya. Oleh karena itu, upaya/program yang realistis adalah menekan waste serendah mungkin.

b) Jenis waste

Jenis waste ada dua yaitu waste individu, yaitu yang menyangkut satu jenis material dan waste campuran, yaitu yang menyangkut material campuran.

Material campuran seperti beton, hot mix dan lain-lain, berasal juga dari raw material (bahan baku). Oleh karena itu, terjadi waste ganda yaitu waste individu untuk bahan bakunya dan waste campuran setelah jadi material campuran. Hal ini perlu mendapat perhatian khusus.

c) Penyebab waste material

Waste dengan pengertian di atas dapat terjadi karena hal-hal sebagai berikut:

- (1) Produksi yang berlebihan (lebih banyak dari kebutuhan), termasuk disini dimensi struktur bangunan yang lebih besar dari persyaratan dalam gambar.
- (2) Masa tunggu/idle, yaitu material yang didatangkan jauh sebelum waktu yang diperlukan.
- (3) Masalah akibat transportasi/angkutan, baik yang di luar lokasi (site) maupun transportasi di dalam lokasi (site) khususnya untuk material lepas seperti pasir, batu pecah dan lain-lain.
- (4) Proses produksi, termasuk disini mutu yang lebih tinggi dari

persyaratan. Misal, diminta beton K-350 tetapi yang dibuat beton K-450, sehingga mungkin terjadi waste untuk semen.

- (5) Persediaan (stok) yang berlebihan.
- (6) Kerusakan/cacat, baik material maupun produk jadi, termasuk disini material/produk yang ditolak (*reject*).
- (7) Kehilangan, termasuk disini berkurangnya kuantitas material akibat penyusutan.

### 3) Pengendalian Mutu

- a) Pelaksanaan uji mutu pekerjaan dilakukan oleh petugas laboratorium.
- b) Pelaksana lapangan harus mengetahui test laboratorium, apa saja yang harus dilaksanakan petugas lab untuk setiap item pekerjaan tertentu.
- c) Begitu tes laboratorium selesai dikerjakan dan diketahui hasilnya maka pelaksana lapangan harus segera meminta hasil tes lab dari petugas lab.
- d) Apabila ternyata hasil test lab kurang atau tidak memenuhi syarat, pekerjaan tidak bisa dimulai atau kalau sudah dimulai secepatnya harus dihentikan.
- e) Apabila pekerjaan sudah jadi dan ternyata tidak memenuhi syarat maka segera harus dilakukan perbaikan.

Contoh pada pengawasan mutu beton, harus dipastikan petugas lab berada di batching Plant untuk memastikan beton yang dikirim kualitasnya sesuai yang disyaratkan.

Untuk pekerjaan beton semen, persyaratan mutu yang penting adalah sebagai berikut:

- (1) Slump (nilai *slump* harus konsisten)
- (2) Suhu *concrete* max 32° C
- (3) Cek ketebalan dengan benang dan meteran manual
- (4) Beton tidak boleh pakai Hyash

- (5) Maximal bersambung tanpa tulangan
- (6) Pakai *white pigment curing compound*
- (7) *Cutting* (maximum 5 mm, kedalaman  $\frac{1}{4}$  tebal) umur beton tidak boleh lebih dari 8 jam
- (8) *Sealant softening point* nya minimal 85° C
- (9) Perhatikan *cycle time concrete*

#### 4) Pengendalian Waktu

Untuk pengendalian waktu dilapangan, pelaksana lapangan harus membuat schedule harian/mingguan sebagai pedoman waktu pelaksanaan untuk mandor/sub kontraktor. Selain hal tersebut, pelaksana lapangan harus memahami dan memeriksa schedule pengadaan alat, material dan tenaga kerja. Apabila terjadi penyimpangan, maka perlu dilakukan tindakan/action agar waktu pelaksanaan sesuai target yang telah ditetapkan. Target waktu penyelesaian suatu item pekerjaan harus selalu di update dan direvisi sehingga deadline suatu penyelesaian pekerjaan sudah sesuai target yang ditetapkan.

##### a) Perbaikan Terhadap Pekerjaan Beton Semen

Permasalahan dan penyimpangan mutu pelaksanaan pengecoran beton dilapangan beserta cara pencegahan/perbaikannya segregasi.

- (1) Pemisahan agregat kasar dan adukannya;
- (2) Penyebab segregasi adalah Pembatasan *slump* yang terlalu rendah;
- (3) Gradasi yang kurang memadai;
- (4) Berat jenis agregat kasar terlalu tinggi dibandingkan dengan agregat halus;
- (5) Jumlah agregat halus terlalu sedikit;
- (6) Tinggi jatuh pengecoran terlalu tinggi;
- (7) Penggunaan alat penggetar yang terlampau lama;

(8) Penggunaan bahan admixture yang salah.

b) *Bleeding*

Adalah bentuk lain dan segregasi, dimana partikel agregat kasar turun ke bawah karena ketidakmampuan mengikat campuran air dan adukan mortar, sehingga air keluar ke atas permukaan beton.

Sebab-sebab Bleeding:

- (1) Campuran beton terlalu basah;
- (2) Temperatur terlalu tinggi pada saat pengecoran;
- (3) Rancangan campuran beton (*design mix*) kurang baik;
- (4) Adanya penambahan air pada saat pengecoran berlangsung.

c) Perbaikan

Perbaikan atas pekerjaan beton yang tidak memenuhi ketentuan

- (1) Tidak memenuhi toleransi dimensi;
- (2) Permukaan akhir yang tidak sesuai;
- (3) Sifat-sifat campuran yang tidak memenuhi persyaratan maka harus dilakukan perubahan proporsi campuran untuk sisa pekerjaan;
- (4) Perkuatan atau pembongkaran menyeluruh atau sebagian pekerjaan yang dipandang tidak memenuhi ketentuan.

d) Akibat Kesalahan Pada Pelaksanaan Beton

- (1) Segregasi;
- (2) Bleeding;
- (3) Retak;
- (4) Keropos.

## **B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Menerapkan Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Beton Semen**

1. Menginstruksikan penghamparan lapisan perkerasan beton semen sesuai dengan gambar kerja dan spesifikasi teknik.
2. Menginstruksikan pelaksanaan pemadatan lapisan perkerasan beton semen

sesuai dengan gambar kerja dan spesifikasi teknik.

3. Mengawasi pelaksanaan pekerjaan perkerasan beton semen sesuai dengan instruksi kerja.
4. Menginstruksikan perbaikan terhadap pekerjaan perkerasan beton semen diluar ketentuan toleransi.

**C. Sikap Kerja dalam Menerapkan Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Beton Semen**

1. Cermat
2. Teliti
3. Disiplin
4. Bertanggung jawab

## **BAB IV**

### **MELAKUKAN PERHITUNGAN KUANTITAS HASIL PEKERJAAN PERKERASAN BETON SEMEN**

#### **A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Melakukan Perhitungan Kuantitas Hasil Pekerjaan Perkerasan Beton Semen**

1. Pemeriksaan Data Hasil Uji Mutu dan Dimensi Perkerasan Beton Semen

Pemeriksaan data hasil uji mutu bekerja sama dengan petugas lab untuk mengetahui bagian pekerjaan yang dapat diterima dan bagian pekerjaan yang tidak/belum dapat diterima. Pemeriksaan data dimensi pekerjaan perkerasan aspal bekerja sama dengan bagian pengukuran untuk mengetahui volume pekerjaan yang sudah diselesaikan. Dengan demikian pekerjaan yang dapat diterima bisa dihitung dimensi/volumenya.

2. Perhitungan Kuantitas Pekerjaan Perkerasan Beton Semen

Perhitungan kuantitas pekerjaan perkerasan beton semen didasarkan pada spesifikasi teknis mengenai pengukuran dan pembayaran.

Berikut adalah contoh pengukuran dan pembayaran untuk pekerjaan beton semen sebagai berikut:

a. Metode Pengukuran

Jumlah yang akan dibayar dengan mata pembayaran tersebut di bawah ini adalah jumlah meter persegi perkerasan beton semen yang telah selesai dan disetujui, pada pekerjaan permanen. Lebar yang diukur adalah lebar perkerasan yang tertera pada penampang melintang rencana, daerah-daerah tambahan seperti jalur ramp dan toll plaza, atau sebagaimana petunjuk tertulis Konsultan Pengawas. Panjang akan diukur oleh Konsultan Pengawas, yaitu sepanjang garis sumbu setiap badan jalan.

Sambungan dan baja tulangan yang diperlukan dalam pekerjaan dari Pasal ini tidak akan diukur untuk pembayaran tersendiri.

Perkerasan hasil percobaan penghamparan yang dilaksanakan diluar



daerah pekerjaan permanen tak akan diukur untuk pembayaran tersendiri

b. Dasar Pembayaran

1) Umum

Jumlah perkerasan beton semen hasil pengukuran tersebut diatas akan dibayar menurut Harga Satuan Kontrak per meter persegi. Harga dan pembayaran ini merupakan kompensasi penuh untuk penyediaan dan penempatan material, termasuk beton klas P, baja tulangan, acuan, dowel, tie bar, dan material sambungan, penghamparan percobaan, pengambilan core untuk penentuan harga; dan seluruh material, tenaga kerja, peralatan dan kebutuhan insidental yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan menurut Gambar.

Untuk perkerasan yang ketebalannya kurang dengan kekurangan ketebalan lebih dari 5 mm, tapi tidak lebih dari 25 mm, akan dibayar menurut Harga Satuan yang disesuaikan, seperti ditentukan di bawah ini. Tidak ada pembayaran tambahan untuk jalan yang ketebalan rata-ratanya melebihi ketebalan yang tertera dalam Gambar.

2) Penyesuaian Harga

Bila ketebalan rata-rata perkerasan kurang dengan kekurangan-ketebalan lebih dari 5 mm, tidak lebih dari 25 mm, pembayaran didasarkan pada harga yang telah disesuaikan sebagai berikut:

<b>Kekurangan-ketebalan berdasarkan hasil core</b>	<b>Prosentase harga satuan kontrak yang dibayarkan</b>
0-5 mm	100%
6-8 mm	80%
9-10 mm	72%
11-12 mm	68%
13-19 mm	57%
20 - 25 mm	50%

Bila kekurangan-ketebalan perkerasan lebih dari 25 mm dan Konsultan Pengawas menentukan daerah itu tidak perlu dibongkar dan diganti, maka untuk daerah tersebut tidak akan dibayar. Bila kekuatan perkerasan beton tidak sesuai dengan ketentuan, tetapi persyaratan

lain sudah sesuai, Konsultan Pengawas mungkin akan menyetujui perkerasan beton itu, bila nilai rata-rata dari empat hasil test yang berurutan tidak kurang dari 80 % kekuatan minimum yang ditentukan, dan akan diatur dengan penyesuaian harga sebagai berikut:

Untuk setiap 1% atau kurang dari kekurangan kekuatan beton (*concrete strength deficiency*), yang dihitung dengan rumus di bawah ini:

Kekuatan sebenarnya (actual).

$$100\% \frac{\bar{f}}{45} \times 100 \%$$

Maka perkerasan beton yang demikian itu akan dibayar dengan pengurangan sebesar 2% dari Harga Satuan Kontrak.

Nomordan nama mata pembayaran	Satuan pengukuran
9.08.(1) Perkerasan beton (t = 30 cm)	meter persegi meter persegi
9.08.(2) Perkerasan beton (t = 30 cm), <i>double wire mesh</i>	meter persegi
9.08.(3) Perkerasan beton (t = 30 cm), <i>single wire mesh</i>	

### 3. Kemajuan Pekerjaan Beton Semen

Progres fisik pekerjaan Beton Semen dikompilasi dari hasil perhitungan kuantitas hasil pekerjaan.

Progres fisik tersebut sebagai bahan pengajuan termin. Pelaksana lapangan hanya memberikan data saja, perhitungan progres fisik dilaksanakan oleh staf teknik proyek.

## **B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Melakukan Perhitungan Kuantitas Hasil Pekerjaan Perkerasan Beton Semen**

1. Memeriksa data hasil uji mutu dan dimensi pekerjaan perkerasan beton semen.

2. Menghitung kuantitas pekerjaan perkerasan beton semen.
3. Mencatat kemajuan pekerjaan perkerasan beton semen.

**C. Sikap Kerja dalam Melakukan Perhitungan Kuantitas Hasil Pekerjaan Perkerasan Beton Semen**

1. Cermat
2. Teliti
3. Bertanggung jawab

## **BAB V**

### **MENGOMPILASI FORMULIR HASIL PEKERJAAN PERKERASAN BETON SEMEN**

#### **A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Mengompilasi Formulir Hasil Pekerjaan Perkerasan Beton Semen**

1. Pemeriksaan terhadap formulir hasil pekerjaan perkerasan beton semen hasil pekerjaan perkerasan aspal yang dilaksanakan mandor/sub kontraktor.

Pelaksana lapangan dan mandor/sub kontraktor diharuskan membuat laporan harian yang meliputi seluruh kegiatan pelaksanaan di lapangan termasuk kondisi cuaca, kondisi sumber daya bahan, alat dan tenaga kerja dan estimasi progres proyek di lapangan.

Laporan harian itu dibuat oleh mandor/sub kontraktor dan disetujui oleh pelaksana lapangan.

Penjelasan dan contoh pengisian yang benar perlu diberikan oleh pelaksana lapangan kepada mandor/sub kontraktor. Pelaksanaan yang dibuat sederhana mungkin dan cukup satu lembar saja tiap hari.

Laporan harian adalah laporan tentang kegiatan pelaksanaan proyek setiap hari. Maksud laporan harian dibuat, agar pelaksana lapangan dan mandor/sub kontraktor mengetahui hasil pekerjaan pada hari itu, apakah sudah sesuai dengan rencana kerja harian. Laporan harian biasanya meliputi hal-hal sebagai berikut:

- a. Laporan cuaca

Laporan ini membuat kondisi cuaca selama 24 (dua puluh empat) jam setiap hari. Biasanya dibagi menjadi cerah, gerimis dan hujan lebat.

- b. Laporan tenaga kerja

Laporan ini memuat jumlah dan jenis tenaga kerja yang bekerja pada hari yang bersangkutan. Jumlah tenaga harus sesuai dengan kegiatan yang ada.

- c. Laporan material

Laporan ini memuat jumlah dan jenis material yang masuk/datang pada

hari yang bersangkutan.

d. Laporan kegiatan kerja

Laporan ini memuat jenis-jenis kegiatan yang dilakukan pada hari yang bersangkutan. Kadang-kadang jumlah kuantitas pekerjaan yang diselesaikan juga minta dilaporkan.

2. Rekapitulasi pekerjaan pekerasan beton semen

Pelaksana lapangan melakukan rekapitulasi pekerjaan pekerasan beton semen untuk dasar pembuatan berita acara penagihan oleh mandor/sub kontraktor.

Rekap pekerjaan pekerasan beton semen (termasuk data dari laporan harian) dibandingkan dengan hasil opname pekerjaan (yang dibuat beserta dengan konsultan pengawas dan pemberi kerja). Hasil rekap yang dinyatakan benar kemudian dinegosiasikan dengan mandor/subkon.

3. Rangkuman rekapitulasi pekerjaan pekerasan beton semen

Apabila sudah ada kecocokan data progres fisik pekerjaan pekerasan beton semen antara pelaksana lapangan dan mandor/sub kontraktor maka dapat dibuat berita acara hasil pekerjaan mandor/sub kontraktor.

Berikut contoh prosedur administrasi antara kontraktor dengan mandor/subkon sebagai berikut:

a. Proses penunjukan mandor/sub kontraktor

Proses penunjukkan mandor merupakan contoh proses yang dilakukan oleh pemberi pekerjaan dalam hal ini perusahaan konstruksi. Proses ini merupakan langkah-langkah yang harus dilakukan sesuai prosedur ISO:9001 yaitu prosedur proyek bagi perusahaan konstruksi yang telah melaksanakannya.

Proses tersebut melibatkan staf proyek dimana biasanya pelaksana lapangan sebagai wakil dari kepala proyek melakukan proses penunjukan mandor/sub kontraktor tersebut.

Mengevaluasi kinerja mandor selama masa penugasannya di proyek

dengan mengisi formulir evaluasi kinerja mandor.

Item penilaian utama dalam evaluasi tersebut adalah:

- 1) Persiapan kerja
- 2) Mutu kerja
- 3) Pemenuhan target produksi
- 4) Kemajuan pengerahan tukang/tenaga kerja

Contoh Formulir evaluasi kinerja mandor dapat dilihat pada Unit 3, yaitu Melaksanakan Pekerjaan Drainase.

Pada proses penunjukan mandor, pertama dilakukan evaluasi mandor dengan memeriksa referensi yang dimiliki. Kemudian dilakukan pengisian data pembanding penunjukan mandor borong dari beberapa penawaran harga yang masuk.

b. Surat Perintah Kerja (SPK) mandor/sub kontraktor

SPK tersebut merupakan semacam "kontrak kerja" yang sederhana antara mandor borong dan Pemberi Perintah Kerja (biasanya perusahaan konstruksi).

Yang perlu dicermati pada SPK ini adalah:

- 1) Bagian dan uraian pekerjaan: berupa pekerjaan yang harus betul-betul mampu dilaksanakan oleh mandor.
- 2) Volume pekerjaan: harus dihitung betul kemampuan mandor mendatangkan pekerja dan tukang untuk menyelesaikan volume pekerjaan tersebut sesuai jadwal.
- 3) Harga satuan: harus dihitung secara teliti agar terhindar dari kemungkinan rugi.
- 4) Jumlah harga borongan: untuk memperkirakan modal yang harus dipunyai seorang mandor.
- 5) Syarat-syarat yang harus ditaati menyangkut:
  - a) Waktu pelaksanaan
  - b) Kualitas pekerjaan

Peralatan yang harus diadakan sendiri dan yang harus disewa. Metoda

kerja dan konstruksi kerja. Bahan material disediakan pemberi kerja atau tidak. Syarat-syarat untuk pekerjaan persiapan dan mobilisasi sumber daya. Pajak baik nilainya maupun cara perhitungannya.

Dan lain-lain yang menyangkut hubungan kerja kedua belah pihak.

c. Berita Acara prestasi pekerjaan

Dibuat per satuan waktu atau setiap menyelesaikan setiap tahapan pekerjaan. Yang perlu dicermati adalah:

- 1) Volume pekerjaan perlu diukur dan diselesaikan bersama.
- 2) Potongan baik dari uang muka atau kasbon atau pinjaman lainnya perlu dicatat secara teliti oleh kedua belah pihak.
- 3) Pajak kalau ada perlu disetujui bersama baik nilainya maupun cara perhitungannya.
- 4) Berita Acara Serah Terima Pekerjaan. Dibuat pada waktu pekerjaan selesai.

d. Berita Acara serah terima pekerjaan

Berita Acara serah terima pekerjaan dapat dilihat pada Unit 3, yaitu Melaksanakan Pekerjaan Drainase.

**B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Mengompilasi Formulir Hasil Pekerjaan Perkerasan Beton Semen**

1. Memeriksa hasil pekerjaan perkerasan beton semen
2. Membuat rekapitulasi pekerjaan perkerasan beton semen
3. Melaporkan rekapitulasi pekerjaan perkerasan beton semen yang telah ditandatangani kepada atasan langsung

**C. Sikap Kerja dalam Mengompilasi Formulir Hasil Pekerjaan Perkerasan Beton Semen**

1. Cermat
2. Teliti
3. Disiplin

#### 4. Bertanggung jawab