

## BAB 3

### PEMBUATAN METODE PELAKSANAAN KONSTRUKSI BERBASIS K3

#### 3.1 Umum

Sebelum mempelajari dan meneliti metoda kerja pelaksanaan konstruksi sebaiknya dapat memahami lebih dahulu tentang pembuatan metoda kerja.

Metode pekerjaan atau yang biasa disebut 'CM' (construction method) merupakan urutan pelaksanaan pekerjaan yang logis dengan teknik sehubungan dengan tersedianya sumber daya yang dibutuhkan dalam kondisi medan kerja, guna memperoleh cara pelaksanaan yang efektif dan efisien, selain itu harus mengacu kepada ketentuan K3 dan perlindungan lingkungan.

Metode pelaksanaan 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:

- Project plan
  - Denah fasilitas proyek(jalan kerja, bangunan fasilitas dan lain-lain)
  - Lokasi pekerjaan
  - Jarak angkut
  - Komposisi alat (singkat/produktivitas alatnya)
  - Kata-kata singkat (bukan kalimat panjang), dan jelas mengenai urutan pelaksanaan
- Sket atau gambar bantu penjelasan pelaksanaan pekerjaan.
- Uraian pelaksanaan pekerjaan.
  - Urutan pelaksanaan seluruh pekerjaan dalam rangka penyelesaian proyek (urutan secara global)

- 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
- Perhitungan kebutuhan peralatan konstruksi dan jadwal kebutuhan peralatan konstruksi dan jadwal kebutuhan peralatan
- Perhitungan kebutuhan tenaga kerja dan jadwal kebutuhan tenaga kerja (tukang dan pekerja)
- Perhitungan kebutuhan material dan jadwal kebutuhan material
- Dokumen lainnya sebagai penjelasan dan pendukung perhitungan dan kelengkapan yang diperlukan

### **3.2 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Yang Baik**

- Memenuhi syarat teknis
  - Dokumen metode pelaksanaan pekerjaan lengkap dan jelas memenuhi informasi yang dibutuhkan
  - Bisa dilaksanakan dan efektif
  - Aman untuk dilaksanakan
    - Terhadap bangunan yang akan dibangun
    - Terhadap para pekerja yang melaksanakan pekerjaan yang bersangkutan
    - Terhadap bangunan lainnya
    - Terhadap lingkungan sekitarnya
  - 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.
- Memenuhi syarat ekonomis
  - Biaya murah
  - wajar dan efisien
- Memenuhi pertimbangan non teknis lainnya

### 3.3 Aman untuk dilaksanakan

Pembuatan metoda pelaksanaan pekerjaan konstruksi harus aman untuk dilaksanakan merupakan butir penting meneliti metode kerja sudah berbasis K3 atau belum merupakan tugas Ahli K3 Konstruksi untuk mempelajari, memeriksa dan meneliti secara cermat semua metode kerja per item pekerjaan.

### 3.4 Lingkup Pekerjaan Sumber Daya Air

Yang menjadi lingkup pekerjaan sda adalah pekerjaan yang umum dilaksanakan meliputi tahapan dan metode pelaksanaan konstruksi untuk pekerjaan sebagai berikut :

1. pekerjaan dewatering
2. pekerjaan pemancangan
3. pekerjaan tanah
4. pekerjaan dam dan cofferdam
5. pekerjaan beton
6. pekerjaan batu dan pasangan batu
7. pekerjaan tunnel dan pekerjaan dibawah tanah
8. pekerjaan pintu / hidromekanikal
9. pekerjaan jalan inspeksi

### 3.5 Dalam lingkup pekerjaan Sumber Daya Air seperti tersebut diatas akan di cover dalam koridor Site Plan (Rencana Tata Letak Lapangan)

Medan kerja yang akan menjadi lokasi konsentrasi kegiatan selama pembangunan perlu dipahami dengan cermat agar semua pelaksanaan pekerjaan nantinya berjalan lancar, aman, selamat dan sehat. Hal ini mencakup baik untuk kepentingan bangunan yang akan didirikan ataupun fasilitas maupun bangunan sementara yang diperlukan selama berlangsungnya pekerjaan.

Tujuan kegiatan ini ialah agar bisa menyusun Tata Letak Lapangan (Site Plan) yang dapat menjamin rasa aman bagi seluruh pekerja/ karyawan sebagai dasar untuk mengatur tata letak fasilitas maupun bangunan-bangunan sementara yang diperlukan selama pekerjaan proyek tersebut seperti kantor, gudang, bengkel, laboratorium lapangan, pos keamanan, pagar keliling dan sebagainya. Tata Letak dilokasi proyek itu sangat berpengaruh dalam efisiensi pekerjaan selama proses konstruksi. Hal-hal yang memerlukan perhatian dalam hal ini ialah :

- ♦ Hubungan antara gambar rencana dan hasil pengecekan lapangan; sejauh mana terdapat penyimpangan dan apa saja catatan yang didapatkan dalam hubungan kedua hal tersebut dilihat dari segi K3.

- ◆ Akses untuk keluar masuk lokasi kegiatan utama proyek perlu pemikiran tersendiri dalam mencapai seoptimal mungkin penerapan ketentuan K3 dengan tetap menjamin efisiensi transportasi bahan, peralatan ataupun juga pekerja.
- ◆ Fasilitas untuk penyimpanan atau lapangan penumpukan bahan harus mudah dibongkar dan diangkat untuk keperluan penggunaan dalam proses konstruksi.
- ◆ Akomodasi untuk keperluan karyawan atau Bedeng sementara untuk pekerja. Perlu juga dipertimbangkan kesehatan dan higiene lingkungan proyek keleluasaan pandangan dari kantor keseluruhan lokasi proyek, fasilitas air bersih atau pembuangan limbah.
- ◆ Jenis-jenis peralatan yang diperkirakan akan digunakan dan lapangan atau fasilitas untuk meletakkannya.
- ◆ Pagar untuk lokasi-lokasi yang memerlukan pengamanan ekstra.
- ◆ Fasilitas dan tenaga keamanan untuk mencegah pencurian maupun perampokan yang merugikan.
- ◆ Penerangan bagi lokasi kegiatan utama proyek diperlukan terutama bila harus ada kegiatan di malam hari.
- ◆ Kantor Proyek, termasuk penyimpanan alat-alat Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan P3 K.

Hal-hal lain yang juga memerlukan perhatian ialah tentang pembinaan hubungan dengan masyarakat sekitar lokasi proyek termasuk para pemuka masyarakat dan tokoh Agama dan lain-lain. Tujuannya ialah untuk mendapatkan dukungan atau sedikitnya tidak akan mendapat gangguan keamanan, keselamatan dan kesehatan dari anggota masyarakat sekitar proyek. Yang sangat diinginkan ialah bila kebetulan bisa mendapatkan sumber daya manusia disekitar lokasi proyek yang dapat direkrut dan dilibatkan selama periode pembangunan. Bisa dalam bentuk turut bekerja atau anggota masyarakat itu membuka usaha dagang kebutuhan sehari-hari bagi para tukang bangunan, seperti restoran sementara, warung kopi dan warung rokok dsb. Secara ideal hendaknya tumbuh rasa ikut memiliki atau sekadar ikut menjaga proyek tersebut walaupun setelah selesai nantinya.

Masalah yang juga sangat penting ialah mengetahui lokasi dan alamat terdekat Klinik, Paramedis, Dokter atau Rumah Sakit serta kantor Dinas Tenaga Kerja dan kantor Jamsostek berikut tilpon dan tilpon genggam untuk bisa sewaktu-waktu dihubungi dalam hal diperlukan bila terjadi kecelakaan kerja.

### 3.5.1 Kebersihan Lokasi Kerja

- a. Bahan-bahan yang tidak terpakai dan tidak diperlukan lagi harus dipindahkan ketempat yang aman, seperti :
  1. Semua paku yang menonjol harus disingkirkan atau dibengkokkan untuk mencegah terjadinya kecelakaan
  2. Peralatan dan benda-benda kecil tidak boleh dibiarkan karena benda-benda tersebut dapat menyebabkan kecelakaan, misalnya membuat orang jatuh atau tersandung (terantuk).
  3. Sisa-sisa barang alat-alat dan sampah tidak boleh dibiarkan tertumpuk ditempat kerja.
  4. Tempat-tempat kerja dan gang-gang (passageways) yang licin karena oli atau sebab lain yang dibersihkan atau disiram pasir, abu atau sejenisnya
  5. Alat-alat yang mudah dipindah-pindahkan setelah dipakai harus dikembalikan pada tempat penyimpanan semula.
- b. Tempat Pembuangan (disposal area)
  1. Bahan bongkaran dan lain-lain yang sudah tidak terpakai tersebut harus dibuang / diangkut keluar lokasi pekerjaan atau ke tempat pembuangan yang aman.
  2. Tidak diperbolehkan membuang bahan kimia dan bahan beracun dan berbahaya atau bahan/ sisa bahan yang mengandung zat tersebut yang dapat mencemari tanah dan lingkungan
  3. Tidak diijinkan membuang sisa material ke dalam saluran drainase alami :
  4. Limbah sebelum dibuang harus dipisahkan dan diperlakukan sesuai peraturan penanganan limbah.
    - Limbah kertas, sampah dibakar atau dikubur
    - Limbah pelumas bekas, cat dan bahan yang bersifat korosif lainnya harus disimpan di dalam drum yang ditutup rapat dan ditanam

### 3.5.2 Kebisingan

- a. Kebisingan dan getaran yang membahayakan bagi tenaga kerja harus dikurangi sampai di bawah nilai ambang batas
- b. Kebisingan dan getaran di tempat kerja tidak boleh melebihi ketentuan nilai ambang batas yang berlaku

- c. Jika bekerja pada atau dekat mesin yang bising, yakinkan bahwa mesin yang bising diletakan antara tanggul timbunan atau diantara tanggul/ tembok bata atau penyekat lainnya untuk sedapat mungkin mengisolasi kebisingan dari pekerja
- d. Kebisingan dan getaran yang timbul, tidak boleh secara terus menerus dalam jangka panjang pada setiap jangka waktu tertentu harus diistirahatkan
- e. Tanyakan apakah tingkat kebisingan telah diukur dan bagaimana hasilnya; (kebisingan yang kontinu pada 85 db(a) atau lebih menyebabkan kerusakan pendengaran).
- f. Jika kebisingan tidak dapat diatasi secara teknis, maka tenaga kerja harus memakai alat pelindung telinga (ear protectors).
- g. Mintalah agar ear muffs atau ear plugs yang tepat dan yakinkan bahwa terpasang baik dan cocok
- h. Pakailah alat pelindung telinga selama berada pada tempat kerja dengan kebisingan
- i. Jika alat pelindung telinga tidak digunakan, agar selalu dalam keadaan bersih dan disimpan pada tempat yang aman
- j. Masukkan sumbat telinga dengan tangan bersih
- k. Perhatikan bila rusak ; jika ear muffs sudah longgar atau sumbat telinga menjadi keras dan rusak, mintalah penggantinya.

### **3.5.3 Penanganan Keadaan Darurat (Sistem Tanggap Darurat)**

- a. Suatu rencana evakuasi untuk keadaan dan pertolongan pertama harus dibuat sebelumnya untuk setiap daerah tempat bekerja meliputi seluruh pegawai/ petugas, Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K) dan peralatan, alat-alat komunikasi, alat-alat jalur transportasi harus telah dipersiapkan dan tersedia
- b. Persiapan-persiapan harus dilakukan untuk memungkinkan mengangkut dengan cepat, jika diperlukan untuk petugas yang sakit atau mengalami kecelakaan ke rumah sakit atau tempat berobat semacam ini.
- c. Petunjuk/ informasi harus diumumkan ditempel di tempat yang baik (strategis) yang memberitahukan :
  - 1. Tempat yang terdekat dengan kotak obat-obatan, alat-alat P3K, ruang P3K, ambulans, kereta untuk orang sakit dan tempat dimana dapat dicari orang yang bertugas untuk urusan kecelakaan

2. Tempat telepon terdekat untuk menelepon/ memanggil ambulans, nomor telepon dan nama orang yang bertugas dan lain-lain.
3. Nama, alamat, nomor telepon dokter, rumah sakit dan tempat penolong yang dapat segera dihubungi dalam keadaan darurat/ emergency.

#### **3.5.4 Tempat Kerja dan Alat-alat Kerja**

- a. Disetiap tempat kerja harus dilengkapi dengan sarana untuk keperluan keluar masuk bagi pekerja dan karyawan yang bekerja ditempat tersebut.
- b. Tempat-tempat kerja, tangga-tangga, lorong-lorong dan gang-gang tempat orang bekerja atau tempat-tempat yang sering dilalui, harus diberi penerangan yang cukup.
- c. Semua tempat kerja harus mempunyai ventilasi yang cukup sehingga dapat mengurangi bahaya akibat debu, uap dan bahaya lainnya.

#### **3.5.5 Kebersihan dan Kerapian Tempat Kerja**

- a. Kebersihan dan kerapian di tempat kerja harus dijaga dengan baik
- b. Bahan bangunan, peralatan dan lain-lain diatur/ ditempatkan sehingga tidak merintang lalu lintas yang dapat menimbulkan kecelakaan

#### **3.5.6 Pencegahan dan Bahaya Kejatuhan Benda**

- a. Tindakan pencegahan harus dilakukan untuk menjamin bahwa peralatan perancah, alat-alat kerja, bahan-bahan dan benda-benda lainnya tidak dilemparkan, diluncurkan ke bawah yang dapat menyebabkan kecelakaan
- b. Dilokasi yang mungkin terjadi seperti itu, harus diberi pagar/ tali/ tanda pengaman dan rambu-rambu
- c. Pada lokasi terbuka yang cukup luas, harus dipasang jaring/ net sepanjang areal kerja
- d. Pengamanan pada daerah terbuka/ lubang, diberikan, rambu-rambu peringatan, batasan masuk ke lokasi/ atau daerah terlarang.

#### **3.5.7 Larangan Memasuki Lokasi Kerja**

- a. Orang yang tidak berkepentingan dilarang memasuki tempat kerja
- b. Apabila karena alasan tertentu harus memasuki/ melewati tempat kerja harus :
  1. Memakai Alat Pelindung Diri (APD)
  2. Ada ijin dari petugas atau didampingi petugas yang lebih mengetahui kondisi tempat kerja

3. Tidak boleh membawa benda atau peralatan yang dapat menimbulkan bahaya
4. Tindakan harus dilakukan untuk mencegah bahaya terhadap orang yang disebabkan oleh runtuhnya bagian yang lemah dari bangunan darurat atau bangunan yang tidak stabil.

### 3.5.8 Tanda Peringatan dan Rambu-rambu

#### a. Penempatan Tanda Bahaya

1. Tanda keselamatan kerja yang standar harus digunakan di tempat kerja:
  - Ditempat dimana bahaya tidak mudah diketahui seperti pada pekerjaan penggalian dan kegiatan-kegiatan di bagian atas
  - Ditempat dimana terdapat sudut/ bagian tersembunyi di lapangan yang mungkin menimbulkan bahaya (tikungan) bagi kendaraan harus dipasang kaca.
2. Papan pengumuman atau rambu petunjuk dipasang pada tempat-tempat yang menarik perhatian; tempat yang strategis yang menyatakan dimana kita dapat menemukan :
  - a. Alarm kebakaran
  - b. Nomor telepon dan alamat-alamat Dinas Pemadam Kebakaran yang terdekat

### Daftar Simak Keselamatan dan Kesehatan Kerja

#### Jenis Pekerjaan : Site Plan (Rencana Tata Letak Lapangan)

Lokasi : .....

No.	Daftar Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	<b>Kebersihan Lokasi Kerja</b>		
	1.1 Bahan-bahan yang tidak terpakai dan tidak diperlukan lagi harus dipindahkan ketempat yang aman, seperti : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Semua paku yang menonjol harus disingkirkan atau dibengkokan untuk mencegah terjadinya kecelakaan</li> <li>2. Peralatan dan benda-benda kecil tidak boleh dibiarkan karena benda-benda tersebut dapat menyebabkan kecelakaan, misalnya membuat orang jatuh atau tersandung (terantuk)</li> </ol>		
	1.2 Tempat Pembuangan (disposal area)		
	1. Bahan bongkaran dan lain-lain yang sudah		



No.	Daftar Pertanyaan	Ya	Tidak
	<p>tidak terpakai tersebut harus dibuang/ diangkut keluar lokasi pekerjaan atau ke tempat pembuangan yang aman</p> <p>2. Tidak diperbolehkan membuang bahan kimia dan bahan beracun dan berbahaya atau bahan/ sisa bahan yang mengandung zat tersebut yang dapat mencemari tanah dan air dan lingkungan</p> <p>3. Tidak diijinkan membuang sisa material ke dalam saluran drainase alami :</p> <p>4. Limbah sebelum dibuang harus dipisahkan dan diperlakukan sesuai peraturan penanganan limbah :</p> <p>i. Limbah kertas, sampah dibakar atau dikubur</p> <p>ii. Limbah pelumas bekas cat dan bahan yang bersifat korosif lainnya harus disimpan didalam drum yang ditutup rapat dan ditanam.</p>		
2.	<p><b>Kebisingan dan Getaran</b></p> <p>2.1 Kebisingan dan getaran yang membahayakan bagi tenaga kerja harus dikurangi sampai di bawah nilai ambang batas.</p> <p>2.2 Kebisingan dan getaran di tempat kerja tidak boleh melebihi ketentuan nilai ambang batas yang berlaku</p> <p>2.3 Jika bekerja pada atau dekat mesin yang bising, yakinkan bahwa mesin yang bising diletakan antara tanggul/ tembok atau penyekat lainnya untuk sedapat mungkin mengisolasi kebisingan dari pekerja</p> <p>2.4 Kebisingan dan getaran yang timbul, tidak boleh secara terus menerus dalam jangka waktu tertentu harus diistirahatkan.</p> <p>2.5 Tanyakan apakah tingkat kebisingan telah diukur dan bagaimana hasilnya; (kebisingan yang kontinu pada 85 db(a) atau lebih menyebabkan kerusakan pendengaran).</p> <p>2.6 Jika kebisingan tidak dapat diatasi secara teknis</p>		

No.	Daftar Pertanyaan	Ya	Tidak
	<p>maka tenaga kerja harus memakai alat pelindung telinga (ear protectors)</p> <p>2.7 Mintalah agar ear muffs atau ear plugs yang tepat dan yakinkan bahwa terpasang baik dan cocok</p> <p>2.8 Pakailah alat pelindung telinga selama berada pada tempat kerja dengan kebisingan</p> <p>2.9 Jika alat pelindung telinga tidak digunakan, agar selalu dalam keadaan bersih dan disimpan pada tempat yang aman</p> <p>2.10 Masukkan sumbat telinga dengan tangan bersih</p> <p>2.11 Perhatikan bila rusak ; jika ear uffs sudah longgar atau sumbat telinga menjadi keras dan rusak, mintalah penggantinya</p>		
3.	<p><b>Penanganan Keadaan Darurat (Sistem Tanggap Darurat)</b></p> <p>3.1 Suatu rencana evakuasi untuk keadaan darurat dan pertolongan pertama harus dibuat sebelumnya untuk setiap daerah tempat bekerja meliputi seluruh pegawai/ petugas, pertolongan pertama pada kecelakaan (P3K) dan peralatan, alat-alat komunikasi, alat-alat jalur transportasi harus telah dipersiapkan dan tersedia;</p> <p>3.2 Persiapan-persiapan harus dipersiapkan untuk memungkinkan mengangkut dengan cepat, jika diperlukan untuk petugas yang sakit atau mengalami kecelakaan kerumah sakit atau tempat berobat semacam ini.</p> <p>3.3 Petunjuk/ informasi harus diumumkan ditempel di tempat yang baik (strategis) yang memberitahukan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tempat yang terdekat dengan kotak obat-obatan, alat-alat P3K, ambulans, kereta untuk orang sakit dan tempat dimana dapat dicari orang yang bertugas untuk urusan kecelakaan.</li> <li>2. Tempat telepon terdekat untuk menelepon/ memanggil ambulans, nomor telepon dan nama orang yang bertugas dan lain-lain.</li> <li>3. Nama, alamat, nomor telepon dokter, rumah</li> </ol>		

No.	Daftar Pertanyaan	Ya	Tidak
	sakit dan tempat penolong yang dapat segera dihubungi dalam keadaan darurat/ emergency.		
4.	<p><b>Tempat Kerja dan Alat-alat Kerja</b></p> <p>4.1 Disetiap tempat kerja harus dilengkapi dengan sarana untuk keperluan keluar masuk bagi pekerja dan karyawan yang bekerja ditempat tersebut.</p> <p>4.2 Tempat-tempat kerja, tangga-tangga, lorong-lorong dan gang-gang tempat orang bekerja atau tempat-tempat yang sering dilalui, harus diberi penerangan yang cukup.</p> <p>4.3 Semua tempat kerja harus mempunyai ventilasi yang cukup sehingga dapat mengurangi bahaya akibat debu, uap dan bahaya lainnya.</p>		
5.	<p><b>Kebersihan dan Kerapihan Tempat Kerja</b></p> <p>5.1 Kebersihan dan kerapian di tempat kerja harus dijaga dengan baik</p> <p>5.2 Bahan bangunan, peralatan dan lain-lain diatur/ ditempatkan sehingga tidak merintang lalu lintas yang dapat menimbulkan kecelakaan.</p>		
6.	<p><b>Pencegahan dari Bahaya Kejatuhan Benda</b></p> <p>6.1 Tindakan pencegahan harus dilakukan untuk menjamin bahwa peralatan perancah, alat-alat kerja, bahan-bahan dan benda-benda lainnya tidak dilemparkan, diluncurkan atau dijatuhkan kebawah yang dapat menyebabkan kecelakaan</p> <p>6.2 Dilokasi yang mungkin terjadi seperti itu, harus diberi pagar/ tali/ tanda pengaman dan rambu-rambu</p> <p>6.3 Pada lokasi terbuka yang cukup luas, harus dipasang jaring/ net sepanjang areal kerja</p> <p>6.4 Pengamanan pada daerah terbuka/ lubang, diberikan, rambu-rambu peringatan, batasan masuk kelokasi atau daerah terlarang.</p>		
7.	<p><b>Larangan Memasuki Lokasi Kerja</b></p> <p>7.1 Orang yang tidak berkepentingan dilarang memasuki tempat kerja</p> <p>7.2 Apabila karena alasan tertentu harus memasuki/ melewati tempat kerja harus :</p> <p>1. Memakai Alat Pelindung Diri (APD)</p>		

No.	Daftar Pertanyaan	Ya	Tidak
	2. Ada ijin dari petugas atau didampingi petugas yang lebih mengetahui kondisi tempat kerja. 3. Tidak boleh membawa benda atau peralatan yang dapat menimbulkan bahaya 4. Tindakan harus dilakukan untuk mencegah bahaya terhadap orang yang disebabkan oleh runtuhnya bagian yang lemah dari bangunan darurat atau bangunan yang tidak stabil.		
Dibuat Oleh : Tanggal : Diketahui :			

### 3.6 Pekerjaan Dewatering

Dewatering ada beberapa sistem :

- a. Dewatering sistim pompa biasa kapasitas sesuai kebutuhan
- b. Dewatering sistim submersible pump, kapasitas menyesuaikan
- c. Dewatering sistim bertingkat
- d. Dewatering sistim penggalian / aliran / sodetan

Metoda pelaksanaan adalah sebagai berikut :

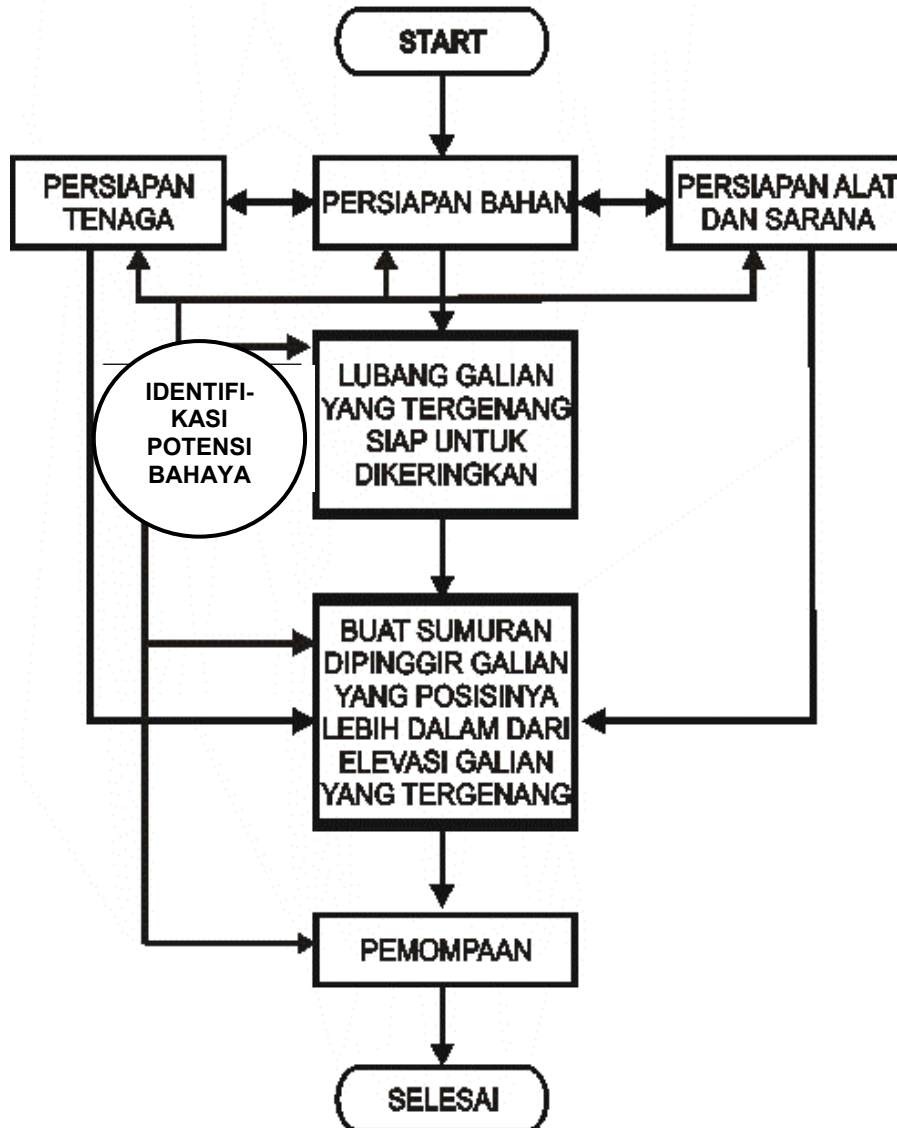
- a. Dewatering sistim pompa biasa
  - Lubang galian yang tergenang air siap dikeringkan
  - Buat sumuran dipinggir galian yang posisinya lebih dalam dari elevasi galian yang ada dan terletak diluar rencana bangunannya
  - Penempatan pompa dibuat yang strategis agar tidak mengganggu operasi pekerjaan yang lain.
  - Apabila lubang galian cukup dengan panjang slang air maka pompa cukup diletakkan di permukaan tanah
  - System pemompaan dimulai / diperhitungkan sebelum jam kerja sampai kering, sehingga pelaksanaan pekerjaan tidak kehilangan waktu.
- b. Dewatering Sistim submersible pump
  - Biasanya pengeringan dengan submersible pump digunakan dalam pemompaan yang volume airnya cukup besar
  - Lubang galian yang tergenang air, siap untuk dikeringkan
  - Buat sumuran seperti sistim pompa biasa, ukurannya lebih besar

- Pompa dibuatkan tempat / rakit dari drum atau sejenis untuk menggantungkan pompa submersible tersebut.
  - Kedudukan pompa setelah digantung dalam rakit dimasukkan ke lubang galian
  - Apabila sudah kering, sistim pompa submersible ini dimatikan dieselnnya dipanil listriknya bila diperlukan dihidupkan lagi.
- c. Dewatering sistim bertingkat
- Sistem ini dilaksanakan apabila galian cukup dalam ditereng tebing sehingga pompa penghisap pembuang tidak bisa mencapai daerah pembuangan
  - Sistim ini seperti pompa biasa
  - Pada daerah pembuangan awal (tahap 1) dibuat bak penampung
  - Dari bak penampung dipompa lagi hingga pembuangan kedua dan seterusnya seperti ke pembuangan.
- d. Dewatering sistim aliran / sodetan
- Hal ini berlaku apabila elevasi galian disekitar / lebih rendah dan sulit untuk mengeringkan
  - Atau dengan membuat saluran dengan panjang dan dalam seperlunya cukup untuk mengalirkan dan biaya lebih murah dari pada sistim biasa.

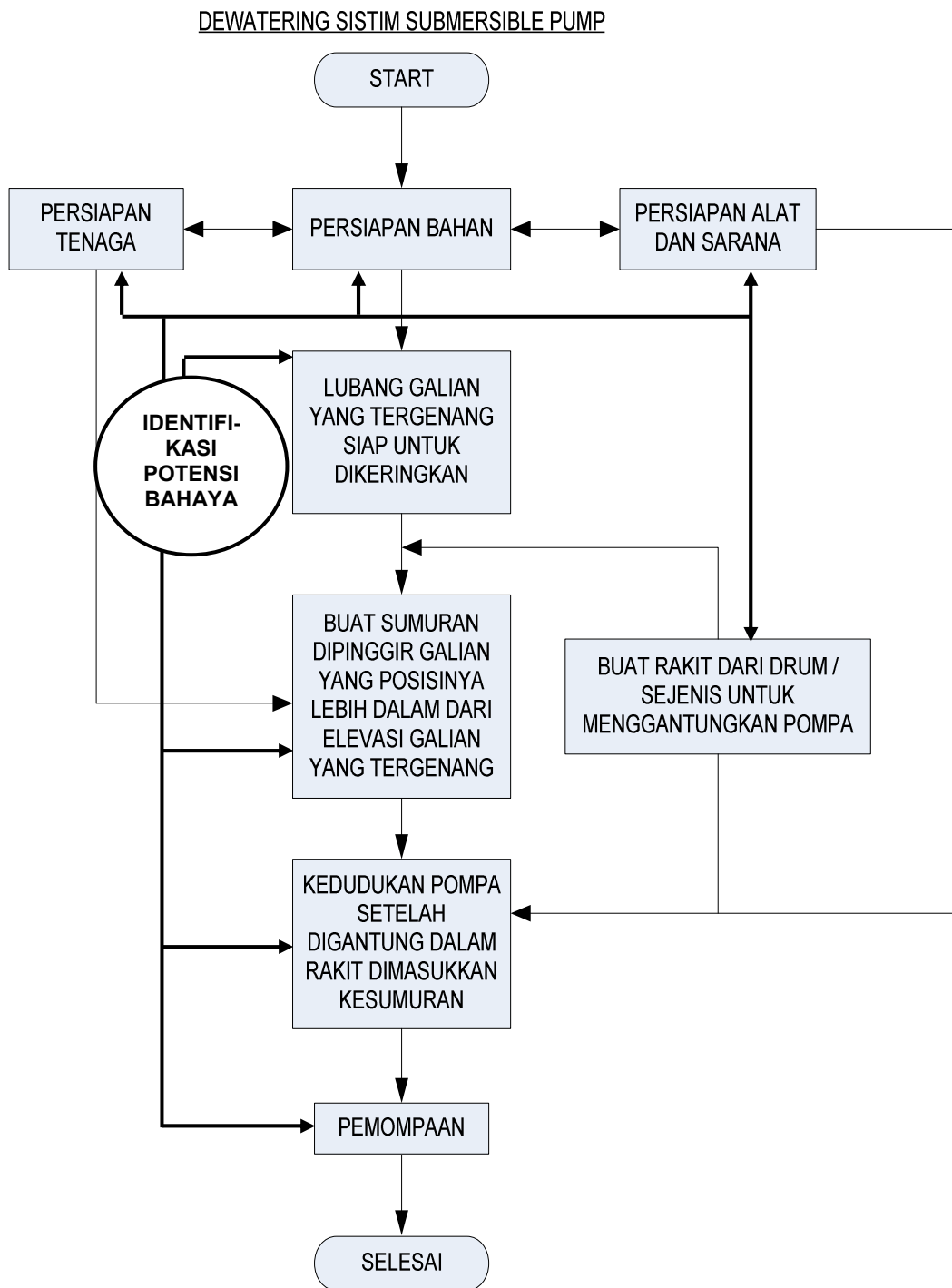
Peralatan :

- Pompa air ..... unit
- Pompa submersible ..... unit
- Slang air ..... unit

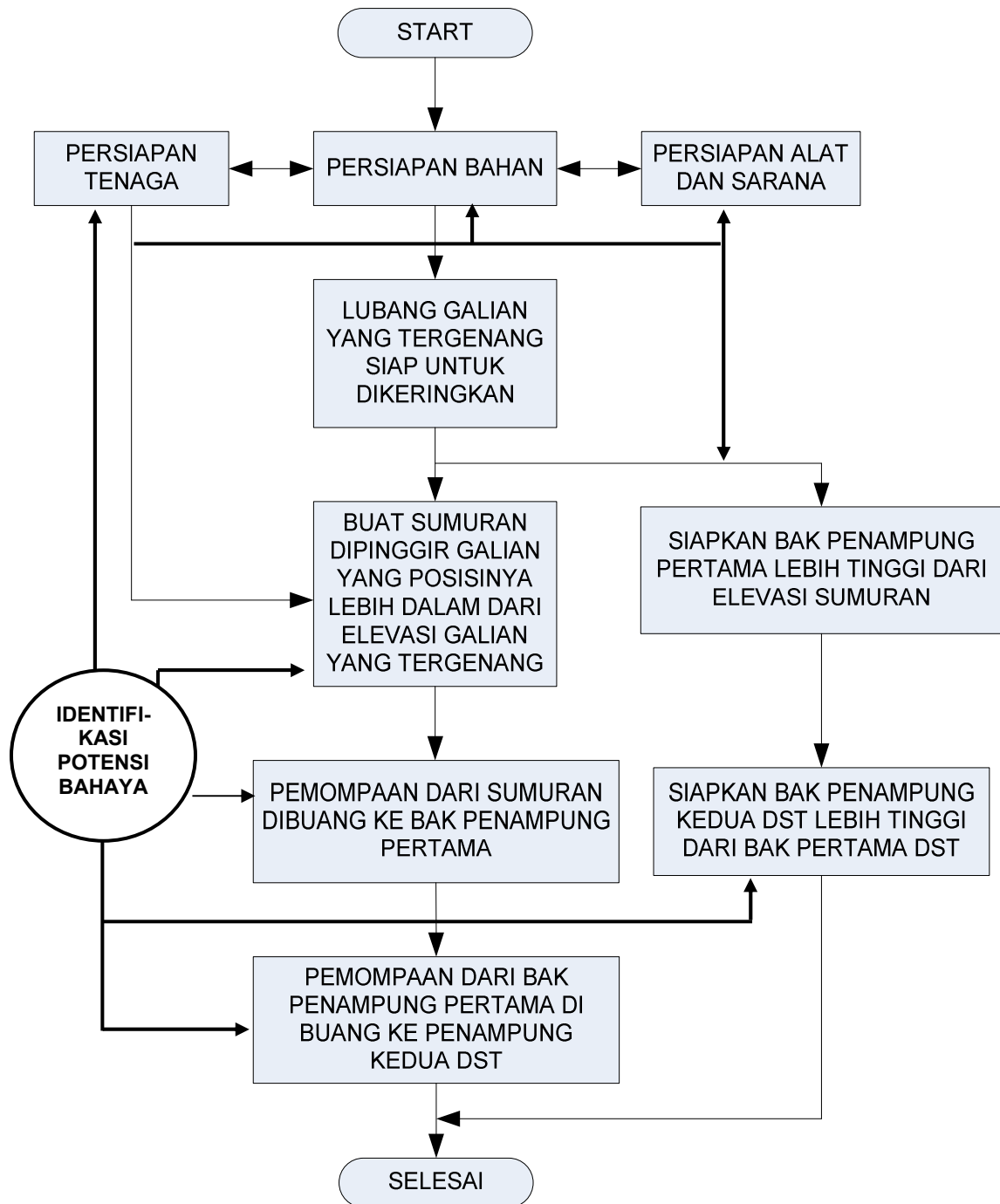
Gambar 3.1

**DEWATERING SISTEM POMPA BIASA**

Gambar 3.2



Gambar 3.3

DEWATERING SISTEM BERTINGKAT



### 3.7 Pekerjaan Pemancangan

#### a. Pengecoran dan Pemancangan Tiang Pancang

##### Metoda Pelaksanaan Cor Tiang Pancang

- Buat Vallen bath atau lantai kerja ukuran sesuai yang dibutuhkan
- Elevasi rata, halus, padat
- Siap bekisting ukuran sesuai spek.
- Siap rangkaian besi sesuai spek.
- Lantai kerja yang sudah keras, dimarking untuk ukuran tiang pancang
- Lantai kerja diberi alas plastic atau dikapur, agar tidak melekat
- Pasang bekisting berhadapan sesuai ukuran lebar & tinggi tiang pancang
- Pemasangan bekisting yang halus berhadapan selig 1 bh/gang
- Pengecoran selang-seling
- Setelah dicor selang-seling dilaksanakan, tunggu umur sampai dengan 24 jam
- Bongkar bekisting secara hati-hati dan bersihkan
- Beton tiang pancang yang satu sebagai bekisting tiang pancang yang belum dicor
- Oleskan kapur yang tebal pada tiang pancang yang sedang dibungkus
- Masukkan rangkaian besi beton dan atur beton deckingnya
- Cor tiang pancang tersebut
- Demikian pengecoran tiang pancang dan setiap pengecoran diberi kode/ tanggal
- Berikan titik angkat apabila cor dibersusun
- Tunggu umur sesuai spek.

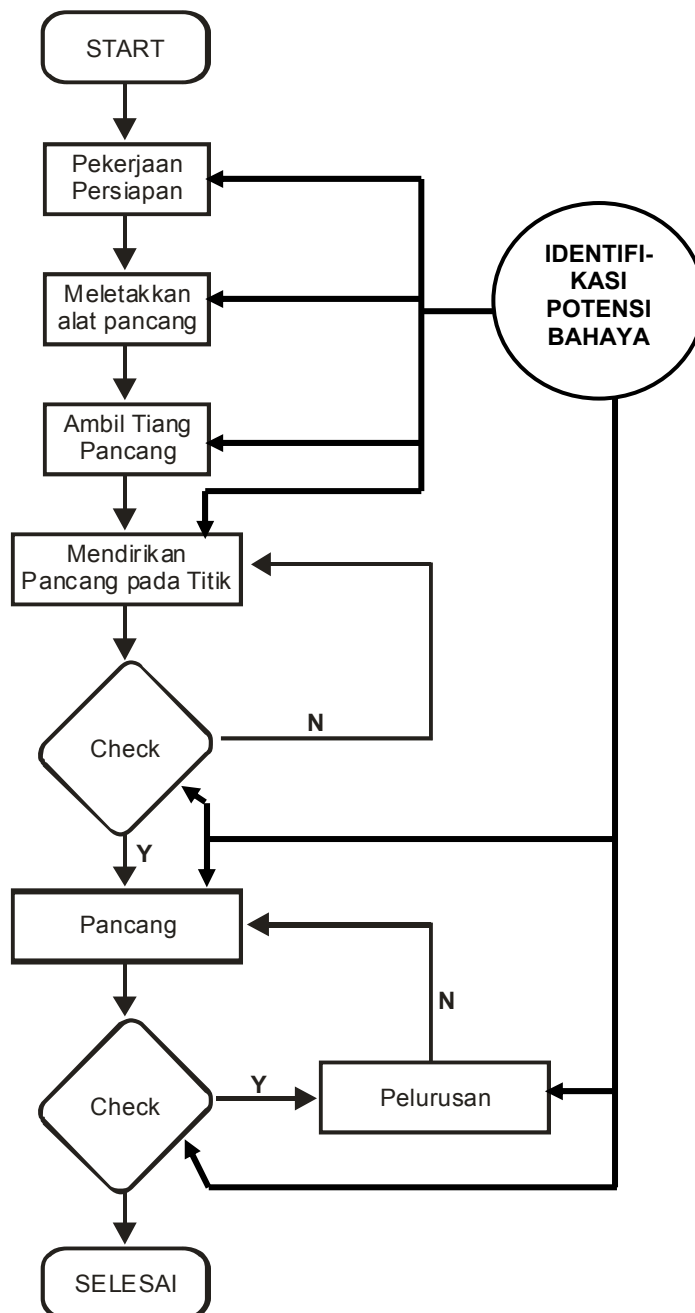
#### b. Metode Pelaksanaan Pemancangan

##### 1. Persiapan

- Ada gambar kerja / shop drawing
- Mempelajari letak tiang pancang terhadap as
- Menempatkan tumpukan tiang pancang terhadap titik pancang
- Transportasi tiang pancang ke lokasi pemancangan
- Urutan pemancangan
- Lahan harus bebas dari gangguan-gangguan yang menghambat
- Jalur/ tempat kedudukan alat pancang harus stabil dan cukup longgar untuk maneuver alat berat
- Ruang gerak peralatan harus menjamin keselamatan kerja
- Marking / mengecek posisi bouwplank
- Check as memanjang dan melintang
- Mengukur titik pancang / patok-patok

- Memonitor pemancangan
  - Melaksanakan kalendering
  - Alat pancang sesuai dengan ketinggian tiang pancang
  - Berat dan merk hammer sesuai spek.
  - Di cek kedudukan alat sudah stabil dan benar
2. Pelaksanaan
- Meletakkan/ mendudukkan alat pancang yang pas dekat titik pancang
  - Mengambil tiang pancang yang sudah disiapkan / berada didekatnya
  - Mendirikan tiang pancang tepat pada titik yang ditetapkan
  - Tegak lurusnya tiang pancang dicek dengan theodolit dari dua arah
  - Apabila tiang pancang telah berdiri tegak lurus, mulai dilaksanakan pemancangan dan memonitor sampai pemancangan selesai.
3. Toleransi
- Bergeser terhadap as mendatar : 0-5 cm maksimum 10% bergeser terhadap as vertical (tegak lurus) tinggi tiang 20 m : 0 – 2,5 cm maksimum 1%.
4. Peralatan pengecoran tiang pancang
- Batching plant ..... Unit
  - Truck mixer ..... Unit
  - Concrete Mixer ..... Unit
  - Concrete Vibrator ..... Unit

Gb. 4.4 Flow Chart Pemancangan



### c. Pemancangan Proteksi Galian Steel Sheet Pile

#### 1. Metoda Pelaksanaan Pancang Steel Shet Pile

- Tentukan / marking lokasi letak steel sheet pile
- Pasang profil-profil untuk posisi steel sheet pile asalkan tidak terganggu peralatan berat yang akan beroperasi.
- Pancang patok pembantu di luar rencana sheet pile awal jarak +/- 1,00 meter lurus dengan rencana pemasangan sheel pile
- Pancang steel sheet pertama / awal pada posisinya

- Hubungkan patok pembantu tadi dengan pancangan steel sheet pile pertama dari permukaan sheet pile +/- 0,5 – 1,00 meter dengan besi canal kanan dari kiri dan dibaut kuat sehingga tidak bergerak dan kedudukan stabil, water pass yang berfungsi sebagai rel atau patokan pelurusan
- Kemudian pancangan selanjutnya dipanutkan mengikuti riil tersebut.
- Apabila riil pengapit / panutan habis dapat disambung / digeser kearah selanjutnya
- Demikian hingga pemancangan tersebut selanjutnya

Catatan :

- Steel sheet pile untuk pertemuan sudah ada tersendiri
- Apabila didalam steel sheet pile akan digali / untuk konstruksi tertentu, maka agar tidak mengguling / roboh diberi perkuatan kedalam / keluar.

2. Galian didalam steel sheet pile

- Setelah perkuatan kearah dalam maupun luar selesai maka dapat diteruskan penggalian batu
- Penggalian dapat dimulai dengan tenaga atau backhoe
- Bila tanah ex galian perlu dibuang, gunakan alat angkut dump truk.
- Demikian hingga elevasi yang diperlukan tercapai.

3. Standar hasil :

- Mendapatkan pemancangan steel sheet pile vertikal, lurus, kuat
- Mendapatkan galian didalam steel sheet pile, tanpa ada pergeseran steel sheet pile

4. Peralatan :

- a. Crane : kapasitas sesuai dimensi steel sheet pile ..... Unit
- b. Vibro hammer : berat disesuaikan jenis tanah dan panjang/  
berat sheet pile ..... unit
- c. Generator : sesuai kapasitas vibrometer ..... unit
- d. Excavator ..... unit
- e. Water pass dan theodolit ..... unit
- f. Dump truck ..... unit

### 3.8 Pekerjaan Tanah

a. Pekerjaan Galian Tanah

1. Metoda Pelaksanaan

- Menyiapkan as saluran
- Menentukan batas galian bodem
- Menentukan batas timbunan kanan dan kiri (untuk benangan)

- Menggali tanah sampai kedalaman yang ditentukan selebar bodem saluran. Hasil galian dibuang kekanan dan kekiri atau dibuang dengan dump truck. Menggali tanah untuk membentuk kemiringan bagian kiri galian tanah sifatnya kasar belum difinish sehingga belum tepat sesuai kemiringan yang ditentukan.
- Menggali tanah untuk membentuk kemiringan bagian kanan galian tanah, sifatnya kasar belum difinishkan sehingga belum tepat sesuai kemiringan yang ditentukan.
- Memasang kembali patok as batas bodem, batas kemiringan atas kanan dan kiri pada patok-patok yang kurang akibat operasi alat berat
- Rapikan Galian sesuai ketentuan
- Peralatan :
  - Excavator ..... unit
  - Dump truck ..... unit
  - Dozer ..... unit
  - Compactor / vibrator ..... unit
  - Tangki air ..... unit

#### b. Pekerjaan Timbunan Tanah

Contoh : Earth Work Canal Construction

1. Metode Konstruksi Timbunan untuk saluran irigasi primer, sekunder dan sub sekunder
  - Setting out lokasi saluran irigasi oleh surveyor bersama dengan konsultan supervisi
  - Setting out lokasi Borrow area yang telah disetujui surveyor beserta konsultan supervisi
  - Selected material untuk timbunan dari quarry yang telah disetujui, mulai digali dengan menggunakan excavator dan ditransport ke site menggunakan dumptruck dengan jumlah yang cukup dengan jarak angkut yang disetujui bersama dengan konsultan (sekitar 1-25 km).
  - Permukaan tanah yang akan ditimbun harus dikupas dulu dan dibersihkan dari kotoran, tumbuh-tumbuhan dan material lain. Juga harus dibersihkan dari genangan air atau tanah yang terlalu basah.
  - Sebelum menimbun tanah, permukaan tanah harus dipadatkan dan dikasarkan dengan menggunakan bulldozer

- Material tanah yang dihampar dengan ketebalan  $\pm$  20-30 cm lapis demi lapis dengan menggunakan dozer
- Material tanah harus dibasahi dengan menggunakan tangki air apabila moisture content (kurang) dan dijemur dulu apabila moisture content terlalu tinggi, untuk mencapai moisture content yang optimum
- Lapisan timbunan harus dipadatkan dengan vibro roller atau sheep foot roller untuk mencapai kepadatan yang direncanakan
- Jumlah lintasan compactor diputuskan sebelumnya pada pelaksanaan trial embankment
- Setelah top elevasi dari timbunan tercapai, finishing slope timbunan atau trimming dilakukan dengan excavator.

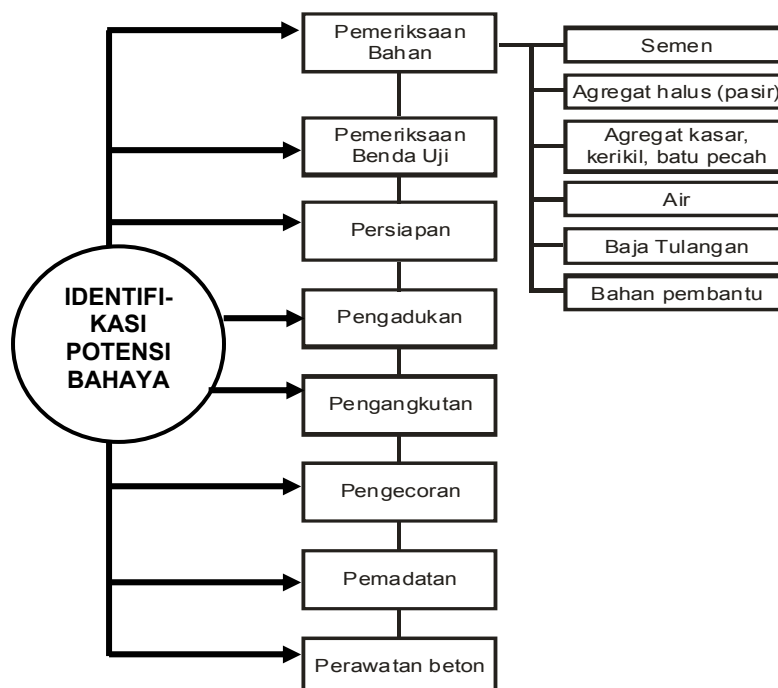
## 2. Peralatan berat yang dipakai :

- Dozer ..... unit
- Excavator ..... unit
- Dumptruck ..... unit
- Vibro roller ..... unit
- Water Tank Truck ..... unit

## 3.9 Pekerjaan Beton

### 3.9.1 Tahapan Pekerjaan Beton

Pada pelaksanaan pekerjaan konstruksi beton bertulang, tahapan pekerjaannya adalah sebagai berikut :



- a. Pemeriksaan Bahan-Bahan
  - Bila dianggap perlu Pengawas Bangunan dapat memerintahkan agar diadakan pemeriksaan pada bahan-bahan atau pada campuran bahan-bahan yang dipakai dalam pelaksanaan konstruksi beton bertulang untuk menguji apakah syarat-syarat mutu dipenuhi.
  - Pemeriksaan bahan-bahan dan beton harus dilakukan dengan cara-cara yang ditentukan dalam peraturan ini. Hasil-hasil pemeriksaan demikian harus dipelihara baik dan disimpan oleh Pengawas Ahli dan apabila diminta harus dapat ditunjukkan kepada Pengawas Bangunan setiap saat selama pekerjaan berlangsung dan setiap saat selama 2 tahun sesudah pekerjaan selesai.
  
- b. Persiapan
  - Sebelum pembuatan beton dimulai, semua alat-alat pengaduk dan pengangkut beton harus sudah bersih
  - Sebelum beton dicor semua ruang-ruang yang akan diisi dengan beton harus dibersihkan dari kotoran-kotoran, kemudian cetakan-cetakan dan pasangan-pasangan dinding yang akan berhubungan dengan beton harus dibasahi dengan air sampai jenuh, sedangkan tulangan harus terpasang dengan baik sesuai gambar kerja.
  - Bidang-bidang beton lama yang akan berhubungan erat dengan beton baru harus dikasarkan dan dibersihkan
  - Air harus dibuang dari semua ruang-ruang yang akan diisi dengan beton
  
- c. Pengadukan
  - Pengadukan beton pada semua mutu beton, kecuali mutu Bo, harus dilakukan dengan mesin pengaduk.
  - Selama pengadukan berlangsung kekentalan adukan beton harus diawasi terus menerus oleh tenaga pengawas yang ahli dengan jalan memeriksa slump pada setiap campuran beton yang baru.
  - Waktu pengadukan bergantung pada kapasitas drum pengaduk, banyaknya adukan yang diaduk, jenis dan susunan butir dari agregat yang dipakai dan slump dari betonnya, akan tetapi pada umumnya harus diambil paling sedikit 1.5 menit setelah semua bahan-bahan dimasukkan ke dalam drum pengaduk.

- Apabila karena sesuatu hal adukan beton tidak memenuhi syarat minimal, misalnya terlalu encer karena kesalahan dalam pemberian jumlah air pencampur atau sudah mengeras sebagian atau yang tercampur dengan bahan-bahan asing, maka adukan ini tidak boleh dipakai dan harus disingkirkan dari tempat pelaksanaan.

d. Pengangkutan

Pengangkutan adukan beton dari tempat pengadukan ke tempat pengecoran harus dilakukan dengan cara-cara dengan mana dapat dicegah pemisahan dan kehilangan bahan-bahan.

Cara pengangkutan adukan beton harus lancar sehingga tidak terjadi perbedaan waktu pengikatan yang menyolok antara beton yang sudah dicor dengan yang akan dicor.

Adukan beton sudah harus dicor dalam waktu 1 jam setelah pengadukan dengan air dimulai. Jangka waktu ini dapat diperpanjang apabila digerakkan kontinu secara mekanis dan bila perlu dipakai bahan-bahan penghambat pengikatan setelah mendapat izin.

e. Pengecoran

Beton harus dicor sedekat-dekatnya ke tujuannya yang terakhir untuk mencegah pemisahan bahan-bahan akibat pemindahan adukan di dalam cetakan.

Sejak pengecoran dimulai, pekerjaan ini harus dilanjutkan tanpa berhenti sampai mencapai siar-siar pelaksanaan yang ditetapkan sebagai berikut :

1. Siar-siar pelaksanaan harus ditempatkan dan dibuat sedemikian rupa hingga tidak banyak mengurangi kekuatan dari konstruksi.
2. Antara pengecoran balok atau pelat dan pengakhiran pengecoran kolom harus ada waktu yang cukup untuk memberi kesempatan kepada beton dari kolom untuk mengeras.
3. Pada pelat dan balok, siar-siar pelaksanaan harus ditempatkan kira-kira di tengah-tengah bentangnya, dimana pengaruh gaya melintang sudah banyak berkurang.



f. Pematatan

- Untuk mencegah timbulnya rongga-rongga dan sarang-sarang kerikil, adukan beton harus dipadatkan selama pengecoran.
- Pematatan ini dapat dilakukan dengan menumbuk-numbuk adukan atau dengan memukul-mukul cetakan, tetapi dianjurkan untuk senantiasa menggunakan alat-alat pematat mekanis (alat penggetar).
- Pada umumnya jarum penggetar harus dimasukkan kedalam adukan kira-kira vertical, tetapi dalam keadaan-keadaan khusus boleh miring 45 derajat.
- Selama penggetaran jarum tidak boleh digerakkan ke arah horizontal karena hal ini akan menyebabkan pemisahan bahan-bahan
- Harus dijaga agar jarum tidak mengenai cetakan atau bagian beton yang sudah mulai mengeras.
- Lapisan yang digetarkan tidak boleh lebih tebal dari panjang jarum dan pada umumnya tidak boleh lebih tebal dari 30 a 50 cm ;
- Jarum penggetar ditarik dari adukan beton apabila adukan mulai nampak mengkilap sekitar jarum.
- Jarak antara pemasukan jarum harus dipilih sedemikian rupa hingga daerah-daerah pengaruhnya saling menutupi.

g. Pemeliharaan Beton

Setelah pelaksanaan pengecoran, beton akan mengeras dan menyusut.

Hal ini disebabkan karena terjadinya reaksi kimia antara air dan semen yang mengeringkan sebagian masa beton.

Besarnya penyusutan sangat dipengaruhi oleh banyaknya air yang digunakan dalam campuran beton.

Penyusutan pada beton cair akan lebih besar dari beton kental. Beton di udara yang lembab akan berkurang penyusutannya bila dibandingkan beton yang berada pada udara kering. Dengan demikian maka untuk mengurangi penyusutan menjadi sekecil mungkin seminimum mungkin, menggunakan alat penggetar mekanik dan beton dalam keadaan lembab selama mungkin setelah pengecoran.

Adanya penyusutan dapat menimbulkan retak. Biasanya retak terjadinya karena adanya penahanan penyusutan.

Untuk mengurangi terjadinya keretakan, maka diusahakan agar beton pada kondisi kelembaban yang merata.

Dalam aplikasi di lapangan maka setelah pelaksanaan pengecoran dilakukan pemeliharaan dengan cara membasahi permukaan beton dengan air, menutup permukaan beton dengan karung yang basah, membasahi permukaan dengan membuat pelindung / atap disertai dengan pengukuran kelembaban udara.

#### h. Pendarahan (bleeding)

Pada penuangan spesi beton senantiasa akan terdapat tidak tercampurnya spesi beton (dari salah satu sebab). Bahan-bahan yang halus (ringan) biasanya oleh bahan kasar (berat). Air merupakan bahan yang paling ringan dalam campuran dan akibatnya yaitu air naik ke permukaan beton. Pengendapan dan penaikan air ini dinamakan pendarahan susunan butir, banyaknya air dan kecepatan spesi mengeras. Akibat dari pendarahan akan menghasilkan kualitas permukaan beton sangat buruk.



Gambar Pendarahan (bleeding)

#### i. Sangkar kerikil

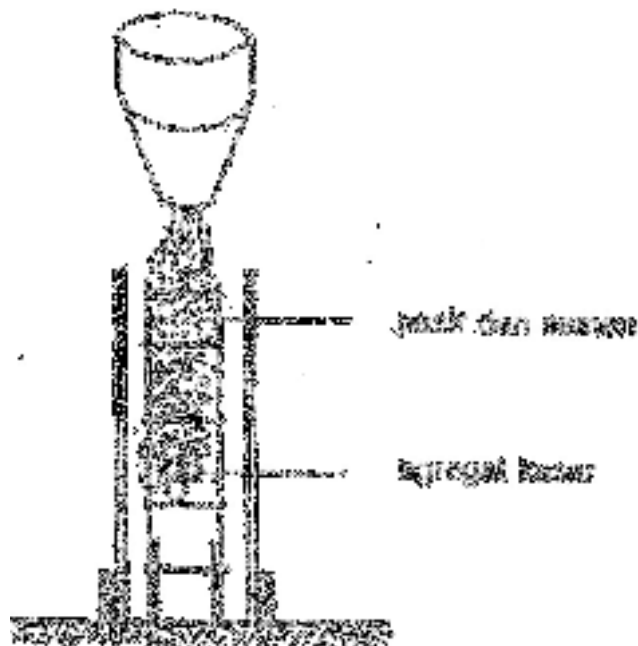
Akibat dari tinggi jatuh yang tinggi atau kerapatan tulangan dalam bekisting dan jarak dari dinding yang terlalu dekat, dapat terjadi sangkar kerikil. Hal ini adalah pengumpulan kerikil di satu tempat di mana kadar air pasir dan semennya sedikit.

Sangkar kerikil ini dapat dicegah secara :

- tinggi jatuh yang rendah
- kecukupan ruangan antara batang tulangan dan bekisting
- ukuran butir-butir sesuai dengan ruang bebas di bekisting
- pemampatan yang baik

j. Penuangan

Pengisian acuan dengan beton dinamakan „penuangan/ pengecoran“, karena spesi beto harus dikerjakan dalam waktu yang singkat, maka ini merupakan suatu pekerjaan yang kritis. Ketika pengecoran harus dilakukan penjagaan yang cukup. Apabila pada penuangan terjadi suatu kesalahan, maka tindakan biaya perbaikannya tinggi dan besar. Kemungkinan bahwa nivo kualitas pekerjaan beton juga sangat mengecewakan. Bergantung pada masalah yang spesifik. Untuk dinding dan kolom jarak „tinggi jatuh“ dari spesi beton tidak boleh jatuh, agar mencegah segregasi spesi beton. Pencampuran spesi ini disebabkan karena bahan-bahan yang terberat dan terbesar akan jatuh ke bawah lebih dahulu. Selanjutnya kerikil dan kemudian pasir dan akhirnya pasta semen yang akan jatuh dalam bekisting. Pencampuran sebelumnya yang baik itu akan terpengaruh dan kualitas beton buruk sekali.



**Percampuran akibat jarak tinggi jatuh yang besar**

Karena itu maksimal tinggi jatuh bebas akan dibatasi sampai sekitar 1,5 meter. Untuk tinggi jatuh yang sangat tinggi harus digunakan talang cor atau klep cor pada bekisting. Tulangan pada lantai-lantai dimana pekerja cor akan berjalan di atasnya jangan dirancang terlalu kecil (lunak). Perhitungkan pula dengan pembebanan yang tinggi akibat kendaraan angkutan pada dasar tanah.

Ceklist berikut ini harus dilakukan sebelum penuangan :

- apakah tulangan telah selesai

- apakah bekisting / acuan telah dibasahi dan atau diberi minyak bekisting
- kecukupan adanya perancah, tangga dan papan untuk dijalan
- cukup personil
- listrik / lampu bila dibutuhkan
- cukup adanya bahan-bahan
- apa dan bahan persediaan
- apakah ada jalanan masuk, rute pengangkutan
- adanya alat pemadatan

Pekerjaan termasuk persiapan tempat dimana beton akan dicor, persiapan dan pemeliharaan dari pondasi, pengadukan beton dan dewatering.

- Untuk gudang semen, kita harus membuat lantai yang aman dari pengaruh cuaca dimana dibuat lantai kayu yang ditinggikan dan semen selalu ditutup plastic pelindung.
  - Hasil uji material beton dan job mix formula untuk setiap type / kelas beton harus sudah dilaksanakan dan disetujui oleh engineer.
  - Lokasi pengecoran harus diperhitungkan cukup luas untuk pelaksanaan pengecoran beton dan memudahkan akses kelokasi baik material peralatan maupun tenaga kerja.
  - Fabrikasi bekisting terbuat dari kayu atau besi dengan joint yang kedap mortar dan cukup kuat / kaku dan tidak mengalami deformasi pada waktu pengecoran beton dan konstruksinya harus gampang dilepas tanpa merusak betonnya.
  - Permukaan ditempat sambungan beton harus dikasarkan dan harus dibersihkan dengan air dan disemprot dengan mortar pada waktu pengecoran lanjutan.
- a. Metode konstruksi beton lining saluran :
- Ditempat yang ada airnya, dilakukan dewatering dengan memakai submersible pump 4" diameter
  - Pekerjaan tanah diselesaikan lebih dahulu
  - Setting out dilokasi lining
  - Bekisting disiapkan sesuai tebal lining dan dipasang diantara segmen lining sampai dengan kaki lining. Posisi yang tepat dari bekisting pada expansion joint, control joint dan construction joint dan joint sealant untuk memudahkan pengecoran beton.

- Batching Plant digunakan untuk lokasi yang bisa dijangkau truk mixer dan beton mixer digunakan ditempat yang sempit.
- Setelah adukan beton mengering, bekisting dapat dilepas dan diisi dengan expansion joint atau joint sealant untuk dilatasi.
- Setelah pengecoran, beton harus dilindungi dari premature drying, temperatur udara yang terlalu panas dan mechanical in jury.
- Beton harus diaga selalu dari hilangnya kelembaban dengan suhu yang relative konstan untuk memastikan hidrasi yang sesuai untuk semen dan pengerasan dari betonnya.

b. Metoda Konstruksi untuk Struktur

- Setting out lokasi oleh survey bersama supervisi engineers
- Galian ditempat lokasi struktur dilakukan dengan excavator dan / atau man power
- Potong dan bengkok pembesian di base camp
- Menyiapkan rantai kerja
- Memasang pembesian struktur rantai sesuai gambar kerja
- Kontraktor bersama konsultan supervisi memeriksa pemasangan pembesian dan menyiapkan cek list apakah pembesian perlu diperbaiki atau tidak
- Pasang bekisting dari struktur rantai termasuk supporting, kalau diperlukan
- Pengecoran untuk struktur rantai dapat dilaksanakan biasanya dengan memakai talang
- Bekisting dan supporting bisa dilepas
- Tahapan untuk pelaksanaan struktur dinding seperti pada tahapan pelaksanaan struktur rantai
- Hasil dari pengecoran beton diperiksa bersama supervisi engineer dan dipersiapkan check list perbaikan / penyempurnaan
- Setelah perbaikan beton diselesaikan, dapat dilanjutkan menyiapkan pemasangan batu dan aksesorisnya.

c. Peralatan :

c1. Untuk beton lining :

- Batching Plant ..... Unit
- Truck Mixer ..... Unit
- Steel Slepform Screed ..... Unit
- I m mersion type vibrator ..... Unit

- Winset ..... Unit
- c2. Untuk beton struktur :
  - Batching Plant ..... Unit
  - Truck Mixer ..... Unit
  - Concrete Vibrator ..... Unit

### 3.10 Pekerjaan Tunnel

Pelaksanaan pembuatan terowongan pada umumnya dilakukan dalam 4 tahapan kerja :

#### a. Tahap I, Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan merupakan kegiatan yang harus dilakukan sebelum pekerjaan utama pembuatan terowongan dapat dimulai :

1. Pekerjaan survey (surveying & lay out of works) meliputi :
  - ❖ Pembuatan peta situasi pekerjaan lapangan (lay out of works)
  - ❖ Pembuatan bench mark (patok BM) dan patok / titik referensi
  - ❖ Pembuatan ground profile (potongan memanjang tanah / bukit) dan ground section (potongan melintang tanah / bukit)
2. Pembuatan jalan kerja (construction & hauling roads), termasuk jembatan/ gorong-gorong sementara jika diperlukan.

Apabila untuk mencapai lapangan kerja terdapat sungai dan untuk kegiatan lapangan harus menyeberang sungai tersebut, maka kontraktor harus membuat jembatan atau gorong-gorong sementara yang biasanya hal ini telah termuat dalam dokumen tender atau penawaran.
3. Penyiapan bangunan fasilitas sementara (temporary facilities works) antara lain kantor lapangan dan camp, gudang material, instalasi pemecah batu (crushing plant), instalasi pengaduk beton (batching plant), bangunan fasilitas laboratorium berikut peralatannya, gudang bahan peledak / dinamit, instalasi listrik dan air (untuk keperluan kantor, camp dan lapangan) dan bangunan fasilitas lainnya yang diperlukan sehubungan dengan kontrak.
4. Land clearing dan grubbing

Land clearing dan grubbing adalah kegiatan pembersihan medan kerja dari pepohonan, semak belukar bonggolnya. Pekerjaan ini biasanya dilakukan dengan alat bulldozer atau dapat dikombinasi dengan excavator sesuai dengan keadaan di lapangan.

b. Tahap II, Pekerjaan Penggalian Terbuka (open excavation)

1. Pembersihan lapangan kerja (clearing of site)

Sebelum memulai kegiatan penggalian, terlebih dahulu dilakukan pembersihan lapangan kerja (clearing site) pada areal yang akan digali yang diikuti dengan pekerjaan survey untuk menentukan batasan areal kerja, sesuai dengan gambar rencana.

Pembersihan lapangan kerja dapat dilakukan dengan tenaga orang atau dengan peralatan mesin (sesuai dengan kebutuhan dan keadaan medan kerja).

Setelah medan kerja dan batasan daerah yang akan digali telah dipasang sesuai dengan gambar kerja (working drawing), maka kegiatan pekerjaan penggalian dapat dilakukan.

2. Penggalian Tanah (excavation of common material)

Sebelum kegiatan penggalian dimulai, terlebih dahulu disiapkan batas-batas galian yang lazimnya dipasang bow plank atau papan batas dan penunjuk kemiringan galian, sesuai dengan yang telah ditetapkan dalam gambar kerja yang telah disetujui engineer atau approved working drawing.

Untuk pekerjaan penggalian tanah (common material), biasanya dilakukan dengan alat excavator (back hoe), sedangkan bahan hasil galian diangkut kelokasi pembuangan (disposal area) yang telah ditetapkan dalam kontrak atau yang disetujui engineer. Penetapan jenis, kapasitas dan jumlah excavator maupun truk yang digunakan untuk menggali dan mengangkut hasil galian perlu disesuaikan dengan volume galian yang direncanakan, agar dapat diselesaikan sesuai dengan schedule yang disetujui engineer. Sudah barang tentu perhitungan yang teliti agar efisiensi kerja dapat dicapai dengan hasil kerja yang baik.

Ditempat pembuangan hasil galian tanah (disposal area), perlu dioperasikan setidaknya-tidaknya sebuah bulldozer untuk peralatan (spreading) dan mengatur bentuk timbunan buangan tanah tidak mudah longsor dengan gambar disposal area yang disetujui engineer.

Agar pekerjaan penggalian tanah ini dapat sesuai dengan gambar kerja perlu adanya pemantauan secara terus menerus oleh petugas pengukuran (survey) sampai penggalian tanah selesai.

3. Penggalian batu (rock excavation)

Sebelum kegiatan penggalian batu dilakukan, terlebih dahulu mempelajari keadaan batuan yang akan digali, agar penggalian batu dapat dilaksanakan

dengan baik. Mengetahui jenis dan kondisi batuan yang terdapat dalam dokumen tender serta memeriksa keadaan dilapangan.

Geological formation (formasi geologi) dan kelas batuan dilokasi rencana terowongan perlu diketahui dengan seksama untuk menentukan jenis maupun kapasitas alat yang akan digunakan.

- a) Fresh rock (F)
- b) Slightly weathered (SW)
- c) Moderately weathered (MW)
- d) Highly weathered (HW)
- e) Completely weathered (CW)

Untuk a, b, dan c disebut batuan, sehingga sebelum memulai pekerjaan penggalian diperlukan pengukuran guna mengetahui batas galian common dan galian batu. Hal ini perlu dilakukan karena umumnya unit price (harga satuan) galian batu jauh mahal dari galian tanah (common).

Metode penggalian batu pada medan terbuka biasanya dilakukan dengan cara peledakan (blasting) oleh karenanya metode kerja ini harus diajukan kepada Engineer untuk mendapatkan persetujuannya (approval). Agar dapat dicapai efisiensi kerja yang baik perlu adanya trial blasting setidaknya 3 kali. Dalam trial blasting ini yang paling penting adalah penetapan jarak lubang bor, tinggi benhcut dan coefisien blasting, guna jumlah bahan peledak yang digunakan.

Pada trial blasting yang pertama biasanya digunakan angka coefisien blasting terkecil, kemudian yang kedua lebih besar dan yang ketiga lebih besar lagi, misalnya untuk quartzite fresh rock pertama dengan  $C=0.3$ , kemudian kedua dengan  $C=0.35$  dan yang ketiga dengan  $C=0.4$ .

Dari ketiga hasil trial blasting tersebut kita bandingkan mana yang paling baik dan efektif kita pilih yang selanjutnya ditetapkan sebagai "blasting pattern" yang digunakan untuk penggalian batu secara menyeluruh. Namun demikian tidak menutup kemungkinan adanya perubahan sesuai dengan keadaan dilapangan.

Untuk melakukan pekerjaan penggalian dengan cara blasting ini, site engineer kontraktor harus mengatur sedemikian rupa agar memperhatikan keamanan bagi para pekerja dan orang-orang yang berada di sekitar areal kerja blasting. Sistem peringatan dengan cara memasang tanda bendera merah maupun dengan membunyikan sirine atau pemberitahuan dengan pengeras suara sangat diperlukan. Apabila pekerjaan blasting ini dilakukan dengan kurang



hati-hati dapat menimbulkan kecelakaan yang fatal bagi tenaga kerja maupun orang-orang yang berada disekitar areal kerja.

Apabila blasting telah dilakukan perlu ada petugas khusus yang memeriksa lapangan di areal blasting apakah semua bahan peledak telah meledak semua atau belum. Setelah dilakukan pemeriksaan di lapangan ternyata dinyatakan bahan peledak telah meledak semua baru petugas yang akan membuang hasil ledakan dapat diijinkan mengambil batuan untuk meledakan bahan peledak yang belum meledak tersebut.

#### 4. Open Cut Excavation

Pada hakekatnya open cut excavation adalah sama dengan open excavation hanya biasanya open cut excavation merupakan kelanjutan dari open excavation sehingga kegiatannya juga hampir sama. Perbedaan antara open excavation dan open cut excavation adalah sebagai berikut :

- Open excavation merupakan galian terbuka dengan batasan terbawah berupa dataran (plat form)
- Open cut excavation merupakan galian terbuka dengan bentuk tertentu yang biasanya ditempat ini didirikan bangunan, misalnya untuk power station untuk conduit dan sebagainya.

Open cut excavation ada yang merupakan kelanjutan dari open excavation namun ada pula yang berupa galian tersendiri.

Metode kerja open cut excavation secara prinsip sama dengan open excavation hanya sedikit perbedaan pada bentuk galiannya.

#### 5. Perkuatan bidang galian miring (slope protection)

Pada bidang galian terbuka baik yang permanent maupun sementara, harus diperhitungkan apakah perlu perkuatan lereng (slope protection) atau tidak, ini tentunya disesuaikan dengan keadaan geologi di lapangan maupun yang tertuang dalam kontrak.

Jika tercantum didalam kontrak maka kontraktor harus melaksanakan sesuai kontrak, namun jika tidak tercantum dalam kontrak dan keadaan memerlukan proteksi, maka hal ini dapat dibicarakan dengan pihak engineer atau dapat juga kontraktor melaporkan masalah ini kepada engineer. Sudah barang tentu hal ini atas dasar keamanan pekerjaan agar tidak menimbulkan longsoran yang dapat mempersulit operasi kerja di lapangan.

Perkuatan lereng yang lazim diterapkan pada suatu proyek bendungan adalah shotcrete, shotcrete dengan wire mesh, pasangan batu atau cukup dengan gebalan rumput (sodding). Untuk menetapkan jenis perkuatan lereng

ini tergantung dari keadaan geologi di lapangan. Apabila dengan perkuatan seperti tersebut diatas masih dipandang kurang memadai, dapat pula dikombinasi dengan penambahan batang angker baja digrouting (grouted anchor bar), dapat pula ditambah dengan lubang-lubang pematusan (drain holes).

❖ Perkuatan lereng dengan shotcrete

Perkuatan lereng dengan shotcrete, diterapkan pada bagian bidang galian permanen maupun sementara tergantung kebutuhan. Pada bidang galian batu biasanya dengan shotcrete tebal 5 cm sedangkan pada bidang galian tanah (common) dengan shotcrete tebal 10 cm dengan tambahan jarring kawat baja (wire mesh). Perkuatan lereng dengan shotcrete dilakukan dengan menggunakan mesin. Bahan shotcrete adalah campuran cement, air dan aggregate pasir halus dan kasar dengan proporsi campuran yang telah ditetapkan didalam spesifikasi teknik (technical specification). Sebelum shotcrete diterapkan pada bidang permukaan galian, biasanya dilakukan trial di lapangan didekat batching plant, yang dilanjutkan dengan pengujian di laboratorium untuk mengetahui strengthnya. Hasil pengujian ini disusun dalam laporan kemudian diajukan kepada engineer untuk mendapatkan approval. Sudah barang tentu yang diajukan tersebut harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam technical specification. Jika approval dari engineer telah diterbitkan, pekerjaan shotcrete dapat dilaksanakan dilapangan. Pada pekerjaan shotcrete dengan wire mesh, pelaksanaannya dapat dilakukan dua kali yaitu shotcrete layer pertama diterapkan kemudian wire mesh dipasang dan dilanjutkan dengan shotcrete. Cara shotcrete secara langsung ini harus dilakukan oleh tenaga yang betul berpengalaman.

Untuk mencegah air tanah menekan lapisan shotcrete, lazimnya dilengkapi dengan weep hole dari pipa pvc Ø 50 mm. dengan weep hole ini air tanah dapat disalurkan keluar, sehingga shotcrete dapat lebih stabil dan kemungkinan terkelupasnya lapisan shotcrete dapat dicegah.

❖ Perkuatan lereng dengan shotcrete yang dikombinasi dengan anchor dan drain holes.

Sebelum pekerjaan shotcrete dilaksanakan terlebih dahulu dilakukan pengeboran pada titik-titik yang telah ditentukan untuk rencana pemasangan anchor bar atau drain holes.

Apabila pengeboran telah selesai, lubang bor dibersihkan dengan semburan angin kemudian volume sesuai perhitungan yang selanjutnya

anchor bar dimasukkan dengan hati-hati kedalam lubang. Cara seperti ini lazim dilakukan di lapangan, namun ada pula setelah lubang disiapkan, batang anchor dimasukkan kedalam lubang baru kemudian diisi bahan sement mortar hingga penuh. Cara yang kedua ini biasanya tidak terpakai dapat diyakini apakah penggrouting dapat penuh hingga ujung anchor atau tidak.

Jika drain hole harus dibuat terlebih dahulu disiapkan lubangnya dengan cara pengeboran pada titik-titik yang telah disiapkan. Setelah lubang bor dibersihkan kemudian pipa pvc yang telah dilubangi dibalut geotextile atau tanpa geotextile, dimasukkan kedalam lubang dengan sedikit diputar, agar mudah memasukkannya. Di bagian ujung luar pipa pvc kurang lebih sedalam 20 cm lubang ditutup dengan cement mortar lihat sket.

Apabila anchor bar dan drain holes telah terpasang semua baru kemudiannya shotcrete diterapkan. Untuk mencegah lubang drain hole tertutup material shotcrete, sebelum shotcrete diterapkan, terlebih dahulu lubang pipa pvc ditutup dengan bahan kertas atau bahan lain, baru setelah shotcrete selesai tutup / sumbat tersebut dilepas. Shotcrete yang dikombinasi dengan anchor bar dan drain hole biasanya diterapkan pada perkuatan bidang galian yang kondisi batuan kurang baik atau rawan longsor. Kondisi batuan yang harus dishotcrete dan tambahan anchor bar serta drain hole biasanya pada bidang galian yang terdapat dyke, shear zone, jalur mica schist dan fractures.

❖ Perkuatan bidang lereng dengan pasangan batu

Perkuatan bidang lereng dengan pasangan batu dapat diterapkan pada bidang galian yang apabila dishotcrete material shotcretenya tidak dapat/ sulit menempel pada bidang galian. Sudah barang tentu jenis perkuatan lereng ini atas dasar pertimbangan yang masak oleh ahli geologi.

Untuk mengendalikan air tanah agar tidak membahayakan stabilitas pasangan batu, lazimnya dipasang weep hole atau drain hole.

❖ Perkuatan lereng dengan gebalan rumput (sodding)

Pada bidang galian yang masih cukup banyak material claynya dan dimungkinkan rumput bisa tumbuh, gebalan rumput (sodding) dapat diterapkan. Biasanya jenis perkuatan bidang galian dengan sodding ini untuk areal yang tidak membahayakan terhadap bangunan yang ada disekitarnya atau untuk daerah yang kurang penting, misalnya untuk acces road.

c. Tahap III, Pekerjaan Penggalian Dalam Tanah (Under Ground Excavation)

Pekerjaan pengendalian dalam tanah (under ground excavation) atau lazim juga disebut penggalian terowongan (tunnel excavation) adalah pekerjaan yang memerlukan keahlian khusus dan peralatan yang khusus pula.

1. Pekerjaan persiapan

Sebelum melakukan penggalian didalam terowongan, perlu dikaji dengan seksama kondisi geologi baik yang tercantum dalam dokumen tender maupun keadaan setelah open excavation dan open cut excavation selesai. Mempelajari kondisi batuan terutama pada bagian portal hulu (upstream portal) dan portal hilir (downstream portal) harus dilakukan untuk menyiapkan pekerjaan awal galian terowongan. Lazimnya pada kedua bagian ini dipasang steel rib support dari baja H yang dirangkai dengan batang baja atau kayu sebagai penahab. Pada steel rib support ini biasanya dilapisi shotcrete atau papan kayu sebagai penutup dan dibebani karung plastic berisi pasir (sand bag) sebagai pemberat.

Dari jenis batuan yang ada dilapangan maupun yang tertuang dalam dokumen tender dapat ditetapkan alat untuk pelaksanaan penggalian. Penggalian didalam terowongan pada umumnya dilakukan dengan cara peledakan (blasting), namun jika tidak mungkin dilakukan didalam terowongan dapat pula digali dengan mesin bor horizontal dengan diameter hingga 2 meter yang biasanya hasil galian bor tadi langsung dimasukkan (di loading) kedalam truck disebelah belakangnya sebagai contoh penggalian terowongan headrace bendungan Saguling di Jawa Barat.

Dalam menentukan posisi awal dibagian portal hulu dan hilir, tim survey harus bekerja dengan teliti guna menentukan aligmen, elevasi dan station pada kedua portal tersebut.

2. Trial Blasting (percobaan peledakan)

Trial blasting sangat diperlukan untuk mendapatkan standar blasting yang baik yang biasanya dilakukan pada bagian portal hulu maupun hilir. Trial blasting ini sangat besar manfaatnya agar tidak terjadi over break atau terjatuhnya batuan dengan volume yang besar yang sudah barang tentu sangat merugikan kontraktor. Seperti hal pada galian batu di bagian open excavation, coefisien blasting ditentukan mulai dari yang kecil yang kemudian ditambah sedikit demi sedikit. Trial blasting sebaiknya dilakukan pada luasan terbatas, sebagai contoh untuk quartzite fresh rock dengan  $C=0,4$  untuk yang ketiga dan terakhir dengan  $C=0,45$ . Dengan trial blasting ini akan dapat

diseleksi dan dipilih hasil ledakan yang paling baik, artinya tidak terlalu banyak over break dan tidak terlalu banyak yang tersisa dan hasil pilihan ini dapat digunakan sebagai blasting pattern untuk penggalian dalam terowongan (tunnel excavation).

Tabel dibawah adalah contoh batuan dan angka koefisien blasting rata-rata yang lazim digunakan.

No.	Nama Batuan	Koefisien "C"
1.	Soft limestone	0.20
2.	Soft sandstone, conglomerate	0.26
3.	Hard sandstone, conglomerate	0.30
4.	Middle limestone, slate	0.35
5.	Hard slate, grain limestone	0.40
6.	Weathered andesite	0.20 – 0.30
7.	Hard andesite	0.30 – 0.35
8.	Quartzite, andesite (fresh)	0.42 – 0.50
9.	Granite, gneiss	0.45
10.	Hard granite	0.57

Catatan : untuk trial blasting dapat digunakan  $C=75\%$  dari table, dapat pula ditentukan lain sesuai dengan pengalaman blasting expert.

### 3. Penggalian terowongan (tunnel excavation)

Setelah berhasil menentukan blasting pattern, dapat dilanjutkan penggalian didalam terowongan dengan tahapan kedalaman antara 1.5 meter hingga 2 meter tunnel driving. Pada umumnya setelah mucking selesai dilakukan disusul dengan pekerjaan supporting.

Supporting atau perkuatan yang perlu diaplikasikan didalam permukaan galian terowongan ada beberapa macam antara lain :

#### ❖ Supporting jenis rock bolt

Supporting jenis rockbolt diterapkan untuk memperbaiki struktur batuan agar ada tahanan yang baik antara butiran batu yang satu dengan butiran batu yang lainnya, sehingga kemungkinan runtuhnya butiran batu yang besar dapat dicegah. Rockbolt biasanya dengan menggunakan batang besi beton ulir (deformed bar) D 25 dengan panjang 3 meter masuk kedalam batuan. Dibagian ujung luar dilengkapi plat baja landasan, plant ring dan mur (nut) dan dibagian dalam diperkuat dengan epoxi resin, sedalam kira-kira 75 cm, sebagai angkernya. Untuk menentukan panjang rock bolt yang masuk kedalam batuan tergantung dari ukuran diameter terowongan dan biasanya ditentukan oleh design engineer. Epoxi resin merupakan bahan yang dikemas seperti kapsul dan akan pecah jika ditusuk besi beton dan akan mengeras dalam waktu yang cepat. Jika rockbolt dengan epoxi resin sebagai anker telah mengeras dengan

sempurna plat landasan plat ring dan mur dipasang yang selanjutnya dilakukan penarikan batang rockbolt dengan cara memutar mur dengan daya antara 60% hingga 80% dari kapasitas baja rock bolt. Untuk rock bolt D 25 ditetapkan daya torsi sebesar 8-12 ton atau diambil rata-rata 10 ton. Pemasangan rockbolt ini lazimnya dilakukan dengan jarak rata-rata 3 meter satu sama lain untuk seluruh bidang galian batu. Pada bidang galian yang bukan batu misalnya shear zone atau soft dyke, rock bolt biasanya tidak perlu karena tidak efektif.

❖ Shotcrete tanpa wire mesh

Shotcrete tanpa wire mesh (chain link) diterapkan pada permukaan galian batu yang baik (fresh rock), biasanya dengan tebal rata-rata 5 cm. shotcrete didalam terowongan dilaksanakan dengan sarana kerja untuk pekerja yaitu dengan baket yang ada di mesin jumbo drill. Lihat foto terlampir.

❖ Shotcrete dengan wire mesh (chain link fabric)

Shotcrete dengan wire mesh (chain link) diterapkan pada bagian permukaan galian batuan yang fractures. Pelaksanaan shotcrete dengan tambahan material wire mesh (chain link) lebih sulit dibandingkan dengan dipekerjaan open menggantung untuk itu perlu dipasang dengan pertolongan angker-angker dari batang baja yang ditancapkan disela-sela batuan atau dengan membuat lubang khusus pada batuan.

❖ Steel rib support

Steel rib support biasanya diterapkan pada bagian galian yang kondisinya lembek misalnya shear zone atau soft dyke atau yang sangat fractures. Ada juga steel support ini masih dikombinasi dengan grouted anchor bar, misalnya di spillway shaft bendungan Batulegi.

4. Sistem drainase (drain system)

Selama penggalian terowongan berlangsung sistem drainase harus mendapat perhatian karena pekerjaan shotcreting tidak dapat dilaksanakan pada bagian yang terdapat sumber airnya. Demikian pula pada saat mucking air yang ada dalam terowongan harus disalurkan keluar dengan baik agar tidak mengganggu transportasi angkutan bahan galian keluar terowongan.

5. Control survey

Control survey juga harus diperhatikan dan dilakukan dengan sangat teliti, karena jika terdapat kesalahan sedikit saja akan menimbulkan arah (alignment) terowongan bisa berubah. Control survey ini untuk memantau alignment (tunnel axis), slope dan diameter dari terowongan.

#### 6. Tahapan penggalian terowongan

Terowongan dengan diameter besar lazimnya digali secara bertahap dari bagian upper half yang setelah selesai upper half dilanjutkan dibagian lower half.

Untuk terowongan dengan diameter kecil, misalnya 4-5 meter, dapat digali secara langsung dengan mengatur bentuk permukaan bagian dasar, agar peralatan dapat beroperasi dengan baik, terutama untuk transportasi angkutan bahan hasil peledakan keluar terowongan.

#### d. Pelaksanaan Pembetonan

- Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan yang harus dilakukan sebelum pelaksanaan pembetonan (concreting) adalah sebagai berikut :

- ❖ Pengecekan secara menyeluruh permukaan galian terowongan untuk mengetahui apakah galian terowongan telah masuk design line atau belum. Dalam hal ini survey terhadap alignment, elevasi dan diameter hasil galian sudah sesuai dengan design, perlu adanya galian susulan yang untuk ini dapat dilakukan dengan alat “giant breaker” atau alat yang lain yang sesuai.
- ❖ Penyiapan dan pemasangan baja tulangan (reinforcement bar)  
Apabila terowongan harus dilapisi dengan beton bertulang, perlu disiapkan pabrikan tulangan sesuai dengan working drawing yang telah disetujui engineer. Apabila pabrikan baja tulangan telah selesai dibuat, dapat dilanjutkan dengan pemasangan ditempat yang akan dicor.
- ❖ Penyiapan dan pemasangan bekisting (form work)  
Untuk terowongan dengan diameter besar, misalnya terowongan pengelak bendungan Batulegi 11.50 m di hilir dan 10 m di hulu, form work dapat dibuat 3 macam pertama untuk bagian lower (invert) yang kedua untuk bagian site wall dan ketiga untuk bagian upper half.
- ❖ Penyiapan peralatan pembetonan berikut penerangan  
Jika persiapan lapangan telah cukup, selanjutnya penyiapan concrete pump, agitator truck (AT), vibrator untuk pemadatan beton, peralatan untuk test beton, lampu penerangan dan sarana kerja lainnya yang diperlukan.

- Pelaksanaan pembetonan

Untuk pembetonan terowongan bagian invert perlu disiapkan placement sequence agar didapat hasil yang tidak keropos atau terdapat honey comp.

Oleh karenanya construction method untuk pembetonan perlu diajukan kepada engineer untuk mendapatkan persetujuan.

Khusus untuk bagian invert ini apabila terdapat permukaan yang dikawatirkan keropos atau honey comp, sesaat setelah form dibuka dimana beton masih belum begitu mengeras dapat langsung diperbaiki, namun kalau beton telah mengeras perbaikannya harus dilakukan secara khusus setelah benar-benar dan beton telah keras dan dingin.

Pemadatan beton dengan vibrator harus dilakukan oleh tenaga yang berpengalaman untuk mencegah rusaknya mutu beton, hal ini dimungkinkan akibat konsentrasi vibrator di suatu tempat yang terlalu lama.

Construction sequence sangat menentukan hasil pembetonan, oleh karenanya petugas yang mengerjakan pembetonan harus diberi penjelasan dengan baik oleh site engineer dan jika dipandang perlu pada saat awal Site Engineer harus ikut memantau jalannya pengecoran (concrete placement).

### 3.11 Pembuatan Daftar Simak

Setelah dilakukan identifikasi atau dikaji potensi bahaya setiap kegiatan dalam item pekerjaan yang dituangkan dalam metode kerja, langkah selanjutnya dibuat suatu daftar simak untuk "Penerapan Ketentuan K3" (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) yang dituangkan dalam format daftar simak sebagai berikut :

#### DAFTAR SIMAK K3

1. Jenis Pekerjaan : .....
2. Nama Proyek : .....
3. Lokasi Proyek : .....

No.	Uraian	Dilaksanakan	
		Ya	Tidak

Dibuat oleh : .....

Tanggal : .....

Diperiksa oleh : .....