

PELAKSANAAN PEKERJAAN TANAH

Diklat Pengawasan Lapangan Bidang SDA
Balai Diklat Fungsional Bandung
Cirebon, 4 September 2015



Oleh : Ir. Eman Sulaiman, ME

SIFAT -SIFAT TANAH

Maksud dan Tujuan Pekerjaan Tanah

1. Umum
2. Pekerjaan Galian Tanah
3. Pekerjaan Penimbunan Tanah
4. Pekerjaan Perbaikan Tanah
5. Pekerjaan Penggantian Tanah

1. Umum

Semua pekerjaan teknik sipil selalu didahului oleh pekerjaan tanah, apakah berupa pekerjaan galian, pek penimbunan atau sekaligus kombinasi kedua pekerjaan tersebut.

2. Pekerjaan Galian Tanah

Adalah usaha awal dari suatu rangkaian pek teknik sipil dilapangan, utk menciptakan fasilitasi bagi rangkaian pekerjaan, dan utk mendapatkan suatu kondisi yg diharapkan dalam desain.

Pekerjaan galian dimaksud untuk membangun :

- Saluran Irigasi
- Tanggul Sungai
- Inti Suatu Bendungan

3. Pekerjaan Penimbunan Tanah

Adalah usaha menyusun massa tanah secara buatan dan berkesinambungan shg diperoleh suatu kondisi yg lebih baik dpd keadaan aslinya, stabil dan tangguh thd pengaruh cuaca , pengaruh fisik maupun mekanis.

4. Pekerjaan Perbaikan Tanah

Dimaksudkan agar tercipta suatu kondisi yg lebih baik dan memenuhi persyaratan yg ditentukan oleh suatu lapisan pendukung dibawah suatu bangunan.

5. Pekerjaan Penggantian Tanah

Adalah suatu usaha utk memperbaiki tanah dasar sebagai tempat bertumpunya suatu bangunan.

PENGERTIAN UMUM TANAH

Yang dimaksud dengan **tanah** adalah semua bahan baik dari lempung (clay) sampai berangkal (batu-batu yang besar). Jadi semua endapan alam yang bersangkutan dengan teknik sipil kecuali batuan tetap.

Istilah **pasir**, **lempung**, **lanau** atau **lumpur** digunakan utk menggambarkan ukuran partikel pada batas yang telah ditentukan, dan utk menggambarkan sifat tanah . sebagai contoh :

- **Lempung** : tanah yg bersifat kohesif dan plastis .
- **Pasir** : tanah yg tdk kohesif dan tdk palstis.

BAGIAN FISIK TANAH

Semua macam tanah secara umum terdiri dari 3 bahan yaitu **butiran tanah, air dan udara**.

Air dan udara terdapat pada rongga diantara butir tanah. Ruang ini disebut pori (**voids**). Apabila tanah sudah benar kering, maka tidak akan ada air sama sekali dalam porinya. Keadaan semacam ini jarang ditemukan pada tanah yg masih asli.

Air hanya dapat dihilangkan dengan memanaskan didalam oven dengan temperatur **105 ° C**.

Sebaliknya sering menemukan keadaan pori tanah tidak mengandung udara sama sekali (**pori terisi air**) yg disebut jenuh air (**full saturated**).

Contoh tanah dibawah muka air hampir selalu dlm keadaan jenuh air.

DEFINISI SERTA HUBUNGAN ANTARA BUTIR TANAH, AIR DAN UDARA DALAM TANAH

NO	SIFAT	HURUF	DEFINISI	KETERANGAN
1.	Berat isi tanah	γ	Perbandingan antara berat tanah seluruhnya dng isi tanah seluruhnya.	W/V
2.	Berat isi butir	γ_s	Perbandingan antara berat butir dengan isi butir	W_s/V_s
3.	Berat isi air	γ_w	Perbandingan antara berta air dengan isi air	W_w/V_w
4.	Berat isi kering	γ_d	Perbandingan antara berat butir dengan isi tanah seluruhnya	W_s/V
5.	Kadar air	W	Perbandingan antara berat air dengan berat butir tanah	W_w/W_s
6.	Angka pori	e	Perbandingan antara isi pori dengan isi butir tanah	V_v/V_s
7.	Porosity	n	Perbandingan antara isi pori dengan isi tanah seluruhnya	V_v/V
8.	Derajat kejenuhan	G	Perbandingan antara berat isi butir dengan berat isi air	γ_s/γ_w
9.	Derajat kejenuhan	S_r	Perbandingan antar isi air pori dengan isi pori	V_w/V_v

BESARNYA BUTIRAN TANAH

Sifat suatu tanah tertentu banyak tergantung kepada ukuran butirnya.

Tanah yang ukuran butirnya merata antara yg besar sampai yg kecil disebut bergradasi baik (**well graded**).

Tanah yg ukuran butirnya tdk merata disebut bergradasi buruk (**poorly-graded**).

Tanah yg ukuran butirnya semua hampir sama disebut bergradasi seragam (**uniformly graded**).

KLASIFIKASI TANAH

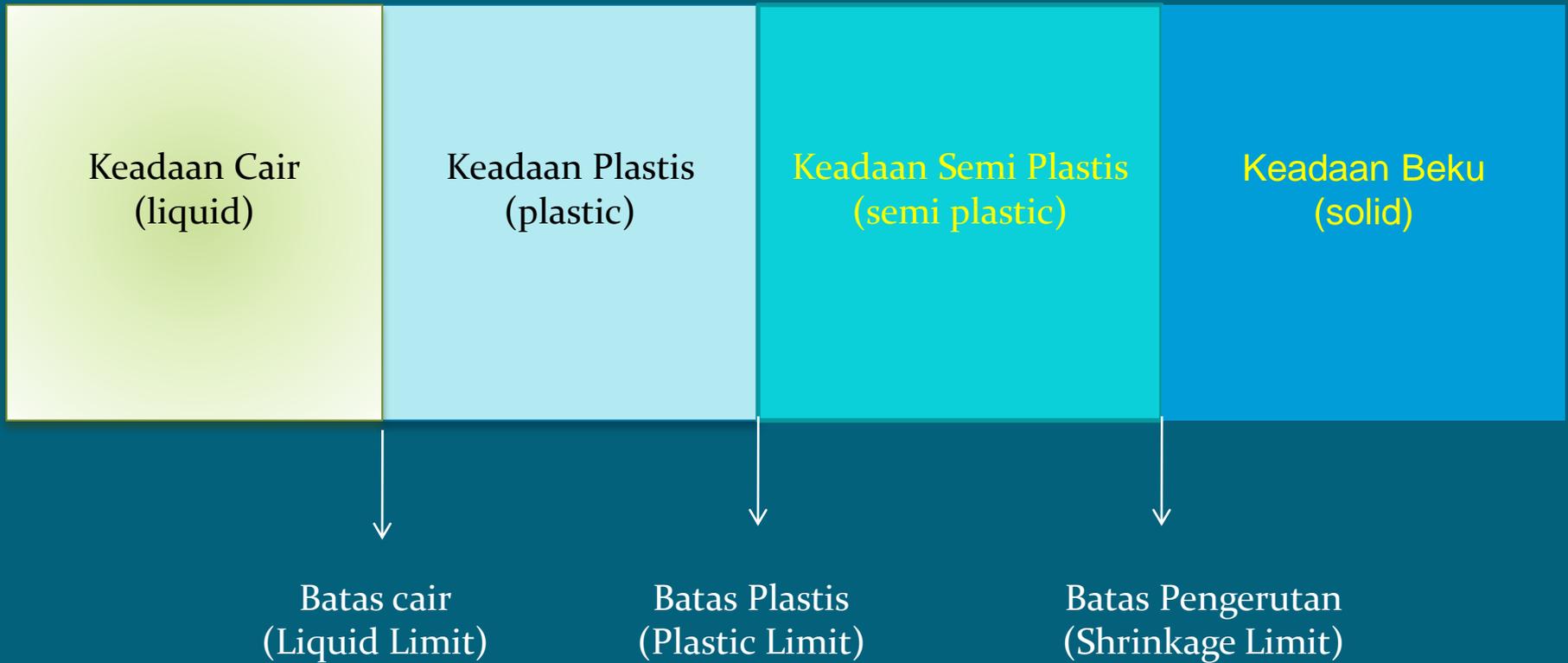
1. **Batu Kerikil (gravel)**, golongan ini terdiri dari pecahan batu dengan berbagai ukuran dan bentuk.
2. **Pasir (sand)**, sama dengan kerikil terdiri dari pecahan batu dengan berbagai ukuran dan bentuk.
3. **Lanau (silt)**, adalah bahan yg merupakan peralihan antara lempung dan pasir halus.
4. **Lempung (clay)**, terdiri dari butir yang sangat kecil dan menunjukkan sifat-sifat plastisitas dan cohesi.

KLASIFIKASI TEKNIS TANAH

NO	MACAM TANAH	BATAS-BATAS UKURAN
1.	Berangkal (Boulder)	≥ 8 inci (20 cm)
2.	Kerakal (Cobblestone)	3 inci – 8 inci (8 – 20 cm)
3.	Batu Kerikil (Gravel)	2 mm – 3 inci (2 mm – 8 cm)
4.	Pasir Kasar (Course sand)	0,6 mm – 2 mm
5.	Pasir sedang (Medium sand)	0,2 mm – 0,6 mm
6.	Pasir halus (Fine sand)	0,002 mm – 0,2 mm
7.	Lanau (Silt)	0,002 mm – 0,06 mm
8.	Lempung (Clay)	$\leq 0,002$ mm

BATAS-BATAS ATTERBERG

Basah → Makin Kering → Kering



- **Batas Cair (Liquid Limit) / LL:**

Adalah kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis (yaitu batas atas dari daerah plastis). Cara menentukannya ialah dilakukan dilaboratorium, diperlukan 25 pukulan terhadap beberapa contoh dengan kadar air yang berbeda.

- **Batas Plastis (Plastic Limit) / PL:**

Adalah kadar air pada batas bawah daerah plastis. Ditentukan dgn menggiling tanah pada plat kaca shg diameter mencapai 1/8 inci . Bila tanah mulai pecah pada diameter 1/8 inci maka kadar air tanah itu adalah batas plastis.

- **Indek Plastis (Plasticity Index) / PI :**

Selisih antara batas cair dan batas plastis ialah daerah dimana tanah tersebut adalah dalam keadaan plastis.

$$PI = LL - PL$$

- **Index Kecaikan (Liquidity Index) / L I :**

Kadar air tanah dalam keadaan aslinya biasanya terletak antara batas plastis dan batas cair.

$$L I = (W - P L) / (P I)$$

W = Kadar air asli tanah

L I itu pada umumnya berkisar antara 0 sampai 1.

jika **LI** kecil yaitu **mendekati nol**, maka tanah itu kemudian besar berarti **tanah keras**.

Jika **LI** besar yaitu **mendekati satu**, ini berarti bahwa tanah tsb kemungkinan besar, berarti **tanah lembek**.

KLASIFIKASI TANAH MENURUT SISTEM UNIFIED

SIMBOL	JENIS	SIMBOL	JENIS
G	Kerikl (Gravel)	W	Gradasi baik (Well-graded)
S	Pasir (Sand)	Pt	Tanah gambut dan tanah organic tinggi (peat and highly organic soil)
C	Lempung (Clay)	P	Gradasi buruk (poorly-graded)
M	Lanau (Silt)	H	Plastisitas tinggi (high-plasticity)
O	Lanau atau lempung organic (organic silt or clay)	L	Plastisitas rendah (low-plasticity)

PEKERJAAN GALIAN DAN TIMBUNAN

A. Pekerjaan Persiapan.

1. Wewenang dan Kewajiban Pengawas

Setelah meneliti sifat pekerjaan yg akan diawasi, perlu minta petunjuk lengkap dari atasan yg menugaskan. Kontrak menjadi landasan aturan, tata cara melaksanakan pekerjaan dan hasil yang hrs dicapai, perlu dipahami secara mendalam.

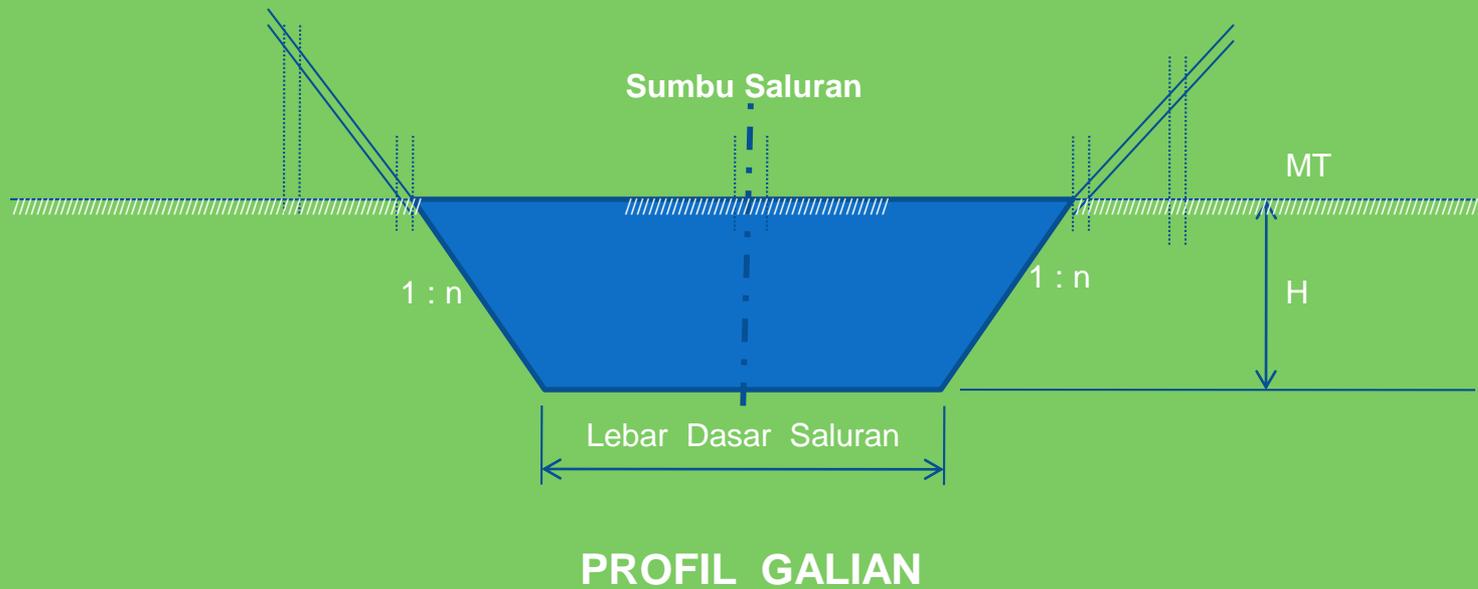
2. Pengenalan Lapangan.

a) Titik tetap utama , titik tetap antara dan patok batas yang akan menjadi patokan bangunan, harus diperiksa apakah masih aman, utuh, tdk ada tanda rusak.

- b) Pemeriksaan letak patok saluran, tanggul, kaki tanggul, atau titik pusat radius lingkaran (curvature) tikungan suatu saluran, titik garis sumbu bangunan.
- c) Pemeriksaan pada perubahan bentuk permukaan tanah karena adanya sungai/alur, bukit atau perubahan pada fase survey, investigasi dan perencanaan teknis (desain) sampai pelaksanaan.
- d) Pemeriksaan benda di lapangan yg diduga dapat mengganggu kelancaran pelaks pekerjaan, misal yang belum mendapat biaya penggantian, termasuk patok pembebasan.

2. Uitzet (Pemasangan Patok)

- a) Pemasangan patok (uitzet, setting out) sumbu saluran, arah saluran, kepala serongan, batas pembuangan tanah, mercu dan badan tanggul. Patok jangan berubah hingga pekerjaan selesai.
- b) Pemasangan profil dgn bahan yg cukup kuat dan baik dari sumbu atau kayu dan selalu dijaga keutuhannya.
- c) Tinggi profil pada timbunan tanggul harus diberi toleransi 10 % utk memberikan kemungkinan penurunan (settlement).
- d) Periksa persiapan kelengkapan administrasi, buku laporan, alat ukur, lokasi direksi keet, gudang bahan dan alat-alat berat.



2. Pekerjaan Penggalian tanpa Memperlihatkan Tanah Buangan

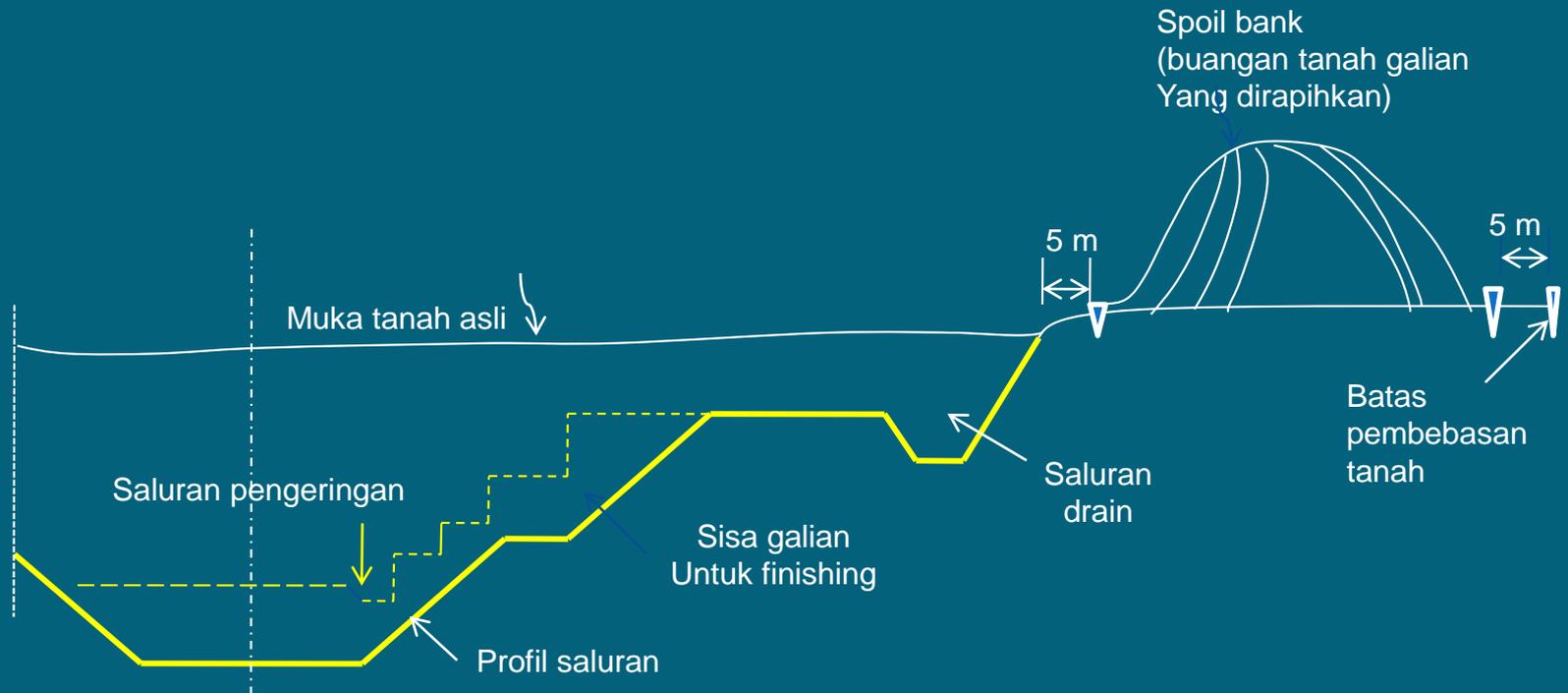
Pekerjaan ini bertujuan untuk mendapatkan alur (canal) sesuai dengan gambar. Tanah galian dibuang ke kiri atau ke kanan tanpa pemadatan, dalam batas yang ditentukan dan diusahakan tidak mengganggu lingkungan atau lahan penduduk.

Dapat juga dibuang pada jarak jauh dgn menggunakan alat angkut baik manual maupun mekanis penuh dengan dump truck .

B. Pekerjaan Galian Tanah.

1. Umum

- a) Lapisan tanah yang tersingkap/tergali harus diteliti baik jenis, butir dan ketebalan lapisannya.
- b) Perubahan tanah tergali (**cut**) apabila memeperhatikan bidang yang licin, sifat daya dukungnya kecil.
- c) Pada galian yang sangat lebar dan dalam harus selalu diperiksa dasar (**base failure**).
- d) Jika kestabilan lereng diduga tidak akan mantap setelah pekerjaan, segera dilaporkan secara tertulis yang berdasrakan hasil penglihatan (**visual**).
- e) Penggunaan alat berat yang bergetar perlu diperhatikan karena dapat mengakibatkan perubahan struktur massa tanah.
- f) Tanah hasil galian ditempatkan/dibuang dengan rapi ditempatnya (**spoilbank**).



CONTOH PEKERJAAN GALIAN / TIMBUNAN TANAH

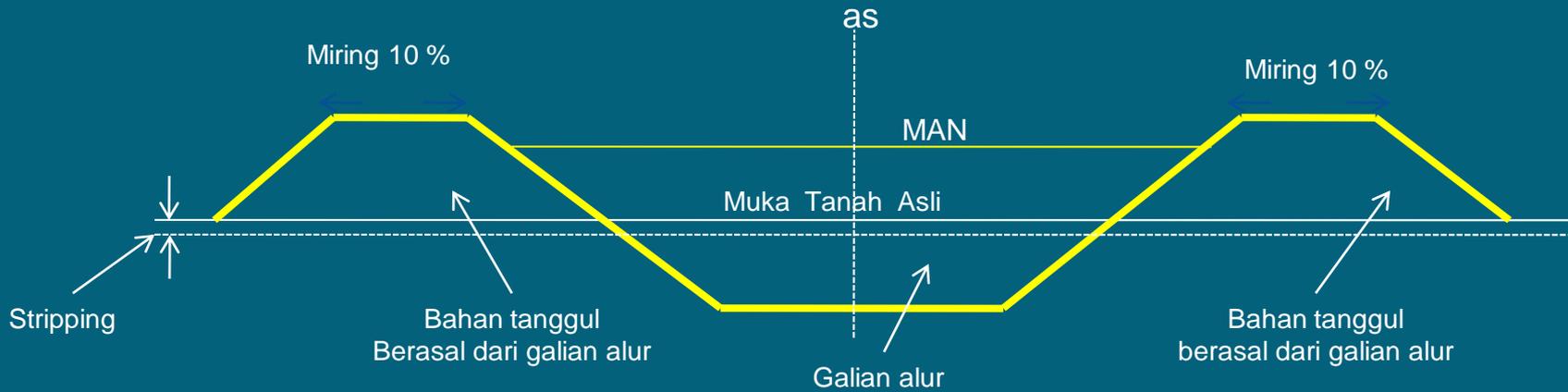
2. Pekerjaan Penggalian Tanpa Memperlihatkan Tanah Buangan

Pekerjaan ini bertujuan hanya untuk mendapatkan alur (**canal**) sesuai dng gambar. Tanah galian dibuang kekiri atau kekanan tanpa pemadatan, dalam batas yang ditentukan dan diusahakan tidak mengganggu lingkungan atau lahan penduduk.

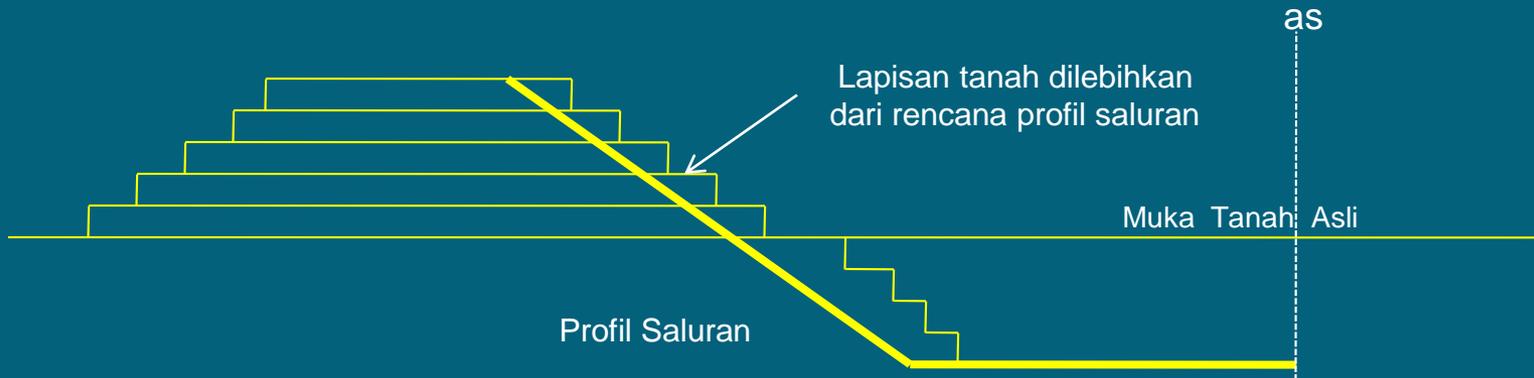
Dapat juga dibuang pada jarak jauh dengan menggunakan alat angkut baik manual maupun mekanis penuh, dengan dump truck.

3. Pekerjaan Penggalian yang Memperhatikan Tanah Buangan Untuk Timbunan

- a. **Stripping (kupasan)**, bertujuan utk membuang lapisan tanah humus atau topsoil (zona akar tumbuhan semak) dari seluruh permukaan tanah bangunan/saluran.
- b. **Grubbing**, jika pek stripping masih belum memuaskan krn terdapat akar tanaman atau tunggul (sisa batang tanaman keras) maka dilakukan grubbing sedalam mungkin agar akar tanaman keras dapat terangkat.
- c. **Penggalian dan Penimbunan**, tanah yang ditimbun dikiri atau dikanan alur hrs mengikuti ketentuan dlm kontrak/gambar. Penimbunan dg menghamparkan tanah galian tiap lapis setebal 20 cm lalu dipadatkan dg alat sesuai spektek.



PROFIL GALIAN DAN TIMBUNAN



4. **Pengerukan Saluran dan Sungai**

- a. **Pengerukan Saluran**, untuk pemeliharaan suatu saluran seringkali bahkan secara berkala saluran dikeruk atau digali endapan sedimennya dalam rangka memelihara kapasitas debitnya.

- b. **Pengerukan Sungai**, untuk melakukan pemeliharaan suatu sungai seringkali dilakukan pengerukan agar diperoleh kapasitas debit yang sesuai, dalam rangka penanggulangan banjir.

C. Pekerjaan Timbunan Tanah.

1. Umum

Beberapa Jenis Timbunan Yaitu :

- Timbunan tanpa pemadatan
- Timbunan dengan pemadatan
- Timbunan dengan material dipilih (selected fill)
- Timbunan dengan material campuran (blended fill)
- Timbunan dengan dihanyutkan lewat aliran air

Timbunan Tanah Dapat Dipakai utk Jenis Konstruksi :

- Konstruksi tanggul pada saluran
- Konstruksi tanggul utk sungai, sekaligus utk pengamanan suatu daerah/wilayah
- Konstruksi bendungan
- Konstruksi badan jalan

2. **Timbunan Tanpa Pemadatan**

Pekerjaan tanah seperti ini biasanya dilakukan pada konstruksi yang sederhana (galian langsung ditimbun), seperti pada saluran, jalan sementara, galian pondasi.

3. **Timbunan Dengan Material Dipilih** (*Selected Fill*)

Pekerjaan tanah seperti ini dilakukan terutama pada konstruksi bendungan, type urugan.

Timbunan tersebut terdiri dari beberapa zone, setiap zone terdiri dari material yang dipilih.

Lokasi borrow area dilakukan pemboran guna mendapatkan gambaran gradasi dari setiap lapisan, jenis, tinggi air tanah dan data lainnya .

4. Timbunan Dengan Material Campuran (*Blended Fill*)

Pekerjaan timbunan tanah dgn material campuran biasanya dilaksanakan pada suatu konstruksi, baik pd tanggul, badan jalan,

5. Timbunan Dengan Aliran Air (*Hydrolic Fill*)

Pada prinsipnya cara ini ialah dengan menghanyutkan bahan timbunan yang kemudian diendapkan .

6. Timbunan Pada Tanah Lunak

Tanah dasar sebagai pondasi timbunan seringkali terdapat tanah yang daya dukungnya sangat rendah. Untuk jenis tanah ini sulit sekali dilakukan penggalian sampai tanah keras sebagai pondasi timbunan tanah.

D. Pekerjaan Pemadatan Tanah.

1. Umum

Tanah yang dipakai untuk pemb tanggul, bendungan tanah, atau dasar jalan hrs dipadatkan terlebih dahulu untuk :

- Meningkatkan kekuatannya
- Memperkecil “Compressibility” nya dan daya rembesan airnya
- Memperkecil pengaruh air terhadap tanah

Dilapangan biasanya dipakai cara menggilas, sedangkan dilaboratorium dipakai cara memukul.

Contoh : pemadatan tanah lempung dilapangan dgn menggunakan sebuah mesin gilas berat 5 ton . Tanah tsb dipadatkan tiap lapis 20 cm, 8 kali lintasan dgn mesin gilas .

(Cara ini merupakan suatu daya pemadatan tertentu).

2. Pengukuran Pemadatan di Laboratorium

Dua macam percobaan di laboratorium (**Standard Test**) untk menentukan *kadar air optimum* dan *berat isi kering max.*

a) Pemadatan Standard (*Standard Compaction Test*)

Tanah di dipadatkan didalam suatu cetakan (mould) yang isinya $\frac{1}{30}$ kaki kubik, dgn memakai alat pemukul seberat 5,5 pound yang dijatuhkan 12 inci. Cetakan diisi 3 lapisan dan tiap lapis dipadatkan 25 pukulan .

Setelah diisi permukaan tanah diratakan dgn pisau/plat baja lurus. Cetakan dan isinya ditimbang shg berat isi tanah diketahui. Tanah dikeluarkan untuk menentukan kadar airnya.

Percobaan ini diulang 6 – 8 kali dgn memakai kadar air yang berbeda, shg dapat dibuat grafik berat isi kering terhadap kadar air. (*grafik terlampir*)

b) Pemadatan Modified (*Modified Compaction Test*)

Cara melakukan ini sama dgn cara percobaan standard. Tetapi disini berat alat pemukul lebih besar, yaitu 10 pound dan tinggi jatuhnya 18 inci, tanah dipadatkan dalam 5 lapis bukan 3 lapis.

Rumus untuk menghitung Berat Isi kering :

$$\gamma_d = (G \cdot \gamma_w) / (1 + W G)$$

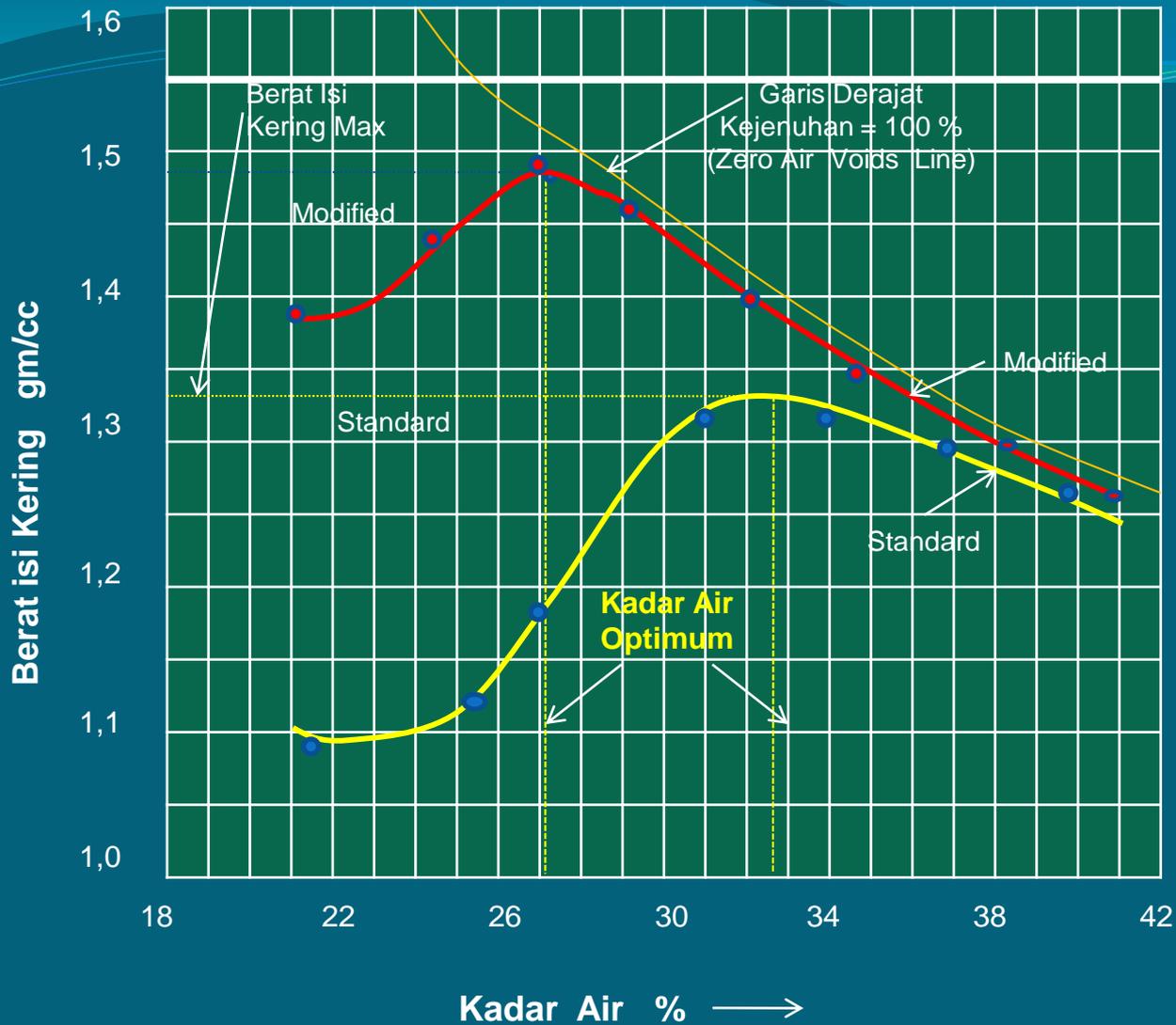
Keterangan :

γ_d = Berat isi kering (dry density)

G = Berat jenis (specific gravity)

γ_w = Berat isi air (unit weight of water)

W = Kadar air (water content or moisture content)



GRAFIK HASIL PERCOBAAN PEMADATAN

3. Sistem Pemadatan

Hal yang penting adalah bahwa pemadatan terdiri dari lapisan hamparan tanah, baik hamparan kearah melebar maupun memanjang. Hamparan tanah itu sendiri mempunyai lebar dan panjang yang terbatas, karena terbatasnya kemampuan alat pemadat.

Hamparan tersebut akan sambung menyambung menjadi satu dengan yang lainnya, baik kearah melebar maupun memanjang.

Sambungan merupakan titik lemah dari sebuah konstruksi timbunan tanah. Untuk mensiasati kelemahan pada sambungan tersebut maka diperlukan overlap pada sambungan tersebut.

4. Tata Cara Test Kepadatan di Lapangan

a. Macam Test Kepadatan di Lapangan

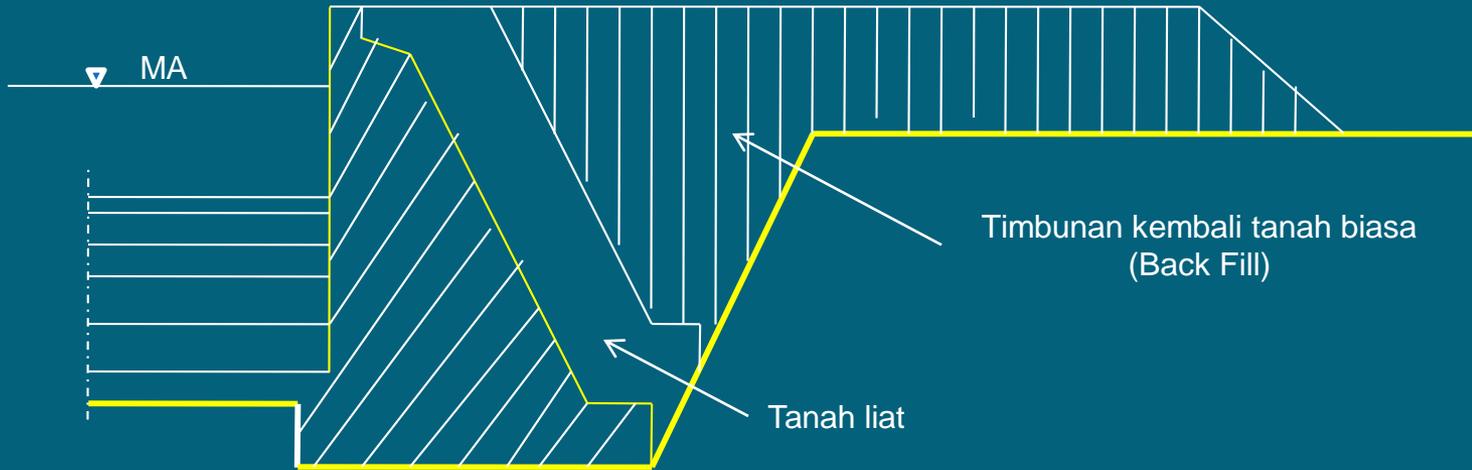
- Cara Sand cone, dengan bahan baku pasir
- Cara Rubber balon , dengan bahan baku cairan.

b. Test Kepadatan di Lapangan

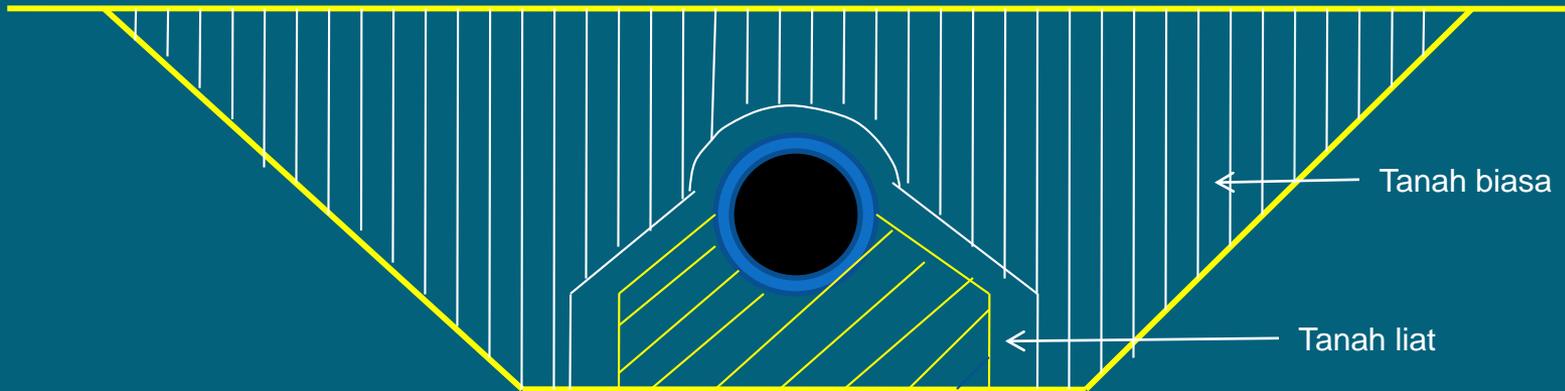
Karena test kepadatan ini adalah merupakan pembuktian, apakah lapisan tersebut telah padat, sesuai dengan spesifikasi teknis atau belum

5. Pekerjaan tanah yang bersangkutan dng bangunan pengairan (*transition joint*)

Tembok sayap atau guide wall suatu bendung setelah dibangun dengan bangunan batu atau beton, maka lubang galian yang masih terbuka harus ditimbun kembali.



GUIDE WALL SUATU BENDUNG



GORONG - GORONG

ALAT YANG DIGUNAKAN UNTUK PELAKSANAAN PEKERJAAN TANAH

a) Alat Galian

Sederhana : - cangkul, linggis, dandang, garpu

Modern : - backhoe, power shovel, dragline, clamshell
(berfungsi sbg penggali, pengangkat, pemuat , penimbun)

- Scrapper (penggali, pengangkut dan penimbun)

b) Alat Timbunan

Sederhana : - keranjang, sekop, cangkul, garpu.

Modern : -backhoe, power shovel, dragline, clamshell

c) Alat Angkut

Sederhana : - gerobak, kereta, dst

Modern : - truck / dump-truck, scapper

d) Alat Pemasat

Sederhana : - kayu, batu

Modern : - sheet foot roller, smooth steel roller, vibration roller, mesh grid roller, segment roller, pneumatic tire roller, bulldozer.

e) Pembentuk Permukaan

Sederhana : cangku, Modern : grader

f) Pembersih Lapangan

Sederhana : cangkul, Modern : bulldozer, ripper

g) Alat Pengeruk

Sederhana : cangkul, sekop, Modern : dredger

PERHITUNGAN VOLUME

- Tanah asli (BM / Bank Measure)

Tanah dalam keadaan asli, yaitu belum dilakukan pengerjaan, baik penggalian, pengangkutan dan penimbunan.

- Tanah setelah dikerjakan (LM / Loose Measure)

Tanah asli setelah diadakan pengerjaan, volumenya akan sedikit mengembang. $(LM = BM + \% \text{ mengembang (swell)} \times BM)$

- Keadaan padat

Keadaan tanah setelah ditimbun kembali, kemudian dipadatkan.

(volume tanah padat, hasil pemadatan, bisa lebih besar atau lebih kecil dari volume dalam keadaan asli / bank), hal ini tergantung pemadatan.

FAKTOR KEMBANG (SWELL)

NO	JENIS TANAH	SWELL (% BM)
1.	Pasir	05 – 10
2.	Tanah permukaan (top soil)	10 – 25
3.	Tanah biasa	20 – 45
4.	Lempung (clay)	30 – 60
5.	Batu (gravel)	50 – 60

CARA MENGHITUNG PERUBAHAN VOLUME

- Swell / SW (mengembang), ditentukan dari :

$$\text{Swell} = \text{SW} = \frac{\text{B} - \text{L}}{\text{L}} \times 100 \%$$

- Shrinkage / Sh (penyusutan), ditentukan dari :

$$\text{Sh} = \frac{\text{C} - \text{B}}{\text{C}} \times 100 \%$$

dimana : Sw = swell = % pengembangan

Sh = shrinkage = % penyusutan

B = Berat volume tanah dalam keadaan asli

L = Berat volume tanah dalam keadaan lepas

C = Berat volume tanah dalam keadaan padat

➤ Load Factor (LF) :

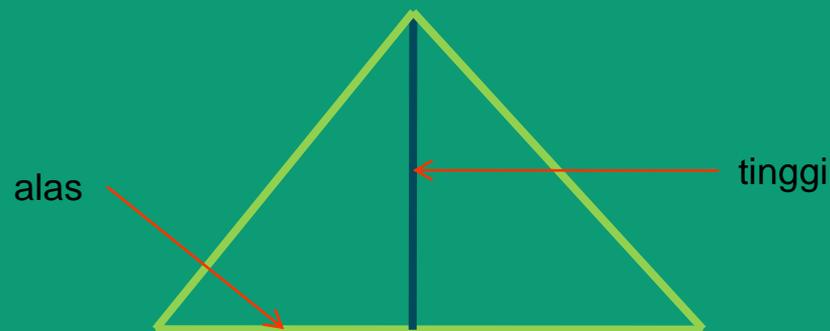
$$LF = \frac{\text{volume tanah asli}}{\text{volume tanah lepas}} \times 100 \%$$

$$\text{Volume tanah asli} = LF \times \text{volume tanah lepas}$$

■ Segitiga

$$\text{Luas segitiga} = (\text{alas} \times \text{tinggi}) : 2$$

$$\text{Volume} = \text{panjang} \times \text{luas segitiga}$$



- Segi empat:

luas segiempat = alas x tinggi

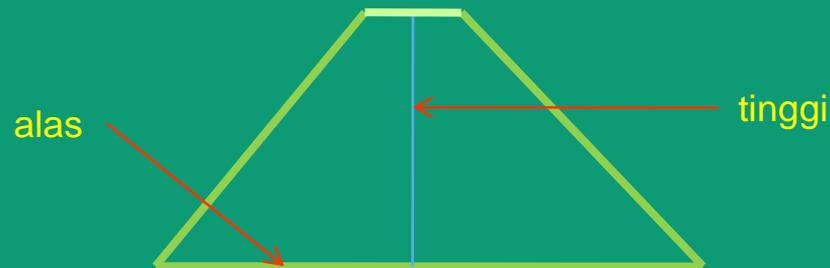
Volume = panjang x tinggi



- Segi tiga

Luas trapesium = (sisi atas + sisi bawah) : 2 x tinggi

Volume = panjang x luas trapesium



Perhitungan Volume Dengan Cara Unit Volume

Perhitungan volume dengan unit volume yang dimaksud adalah apabila pada kondisi yang sulit bila dilakukan perhitungan dengan cara biasa (bentuk terukur) . Misalnya timbunan pada tanah lunak, bentuk timbunannya sulit terukur. Sehingga dalam menghitung volumenya dilakukan dengan unit volume, misalnya dengan truk, dsb.



PENGAWASAN PEKERJAAN GALIAN

PERSIAPAN DAFTAR SIMAK DAN GAMBAR KERJA

Tujuan Pengecekan Terhadap :

1. Kesesuaian ukuran galian yang ada dengan gambar kerja.
2. Apakah terjadi penyimpangan ukuran.
3. Menjustifikasi toleransi yang masih dapat diterima atau harus ditolak.

PEMERIKSAAN PERALATAN DAN TENAGA KERJA SERTA PERSIAPANNYA

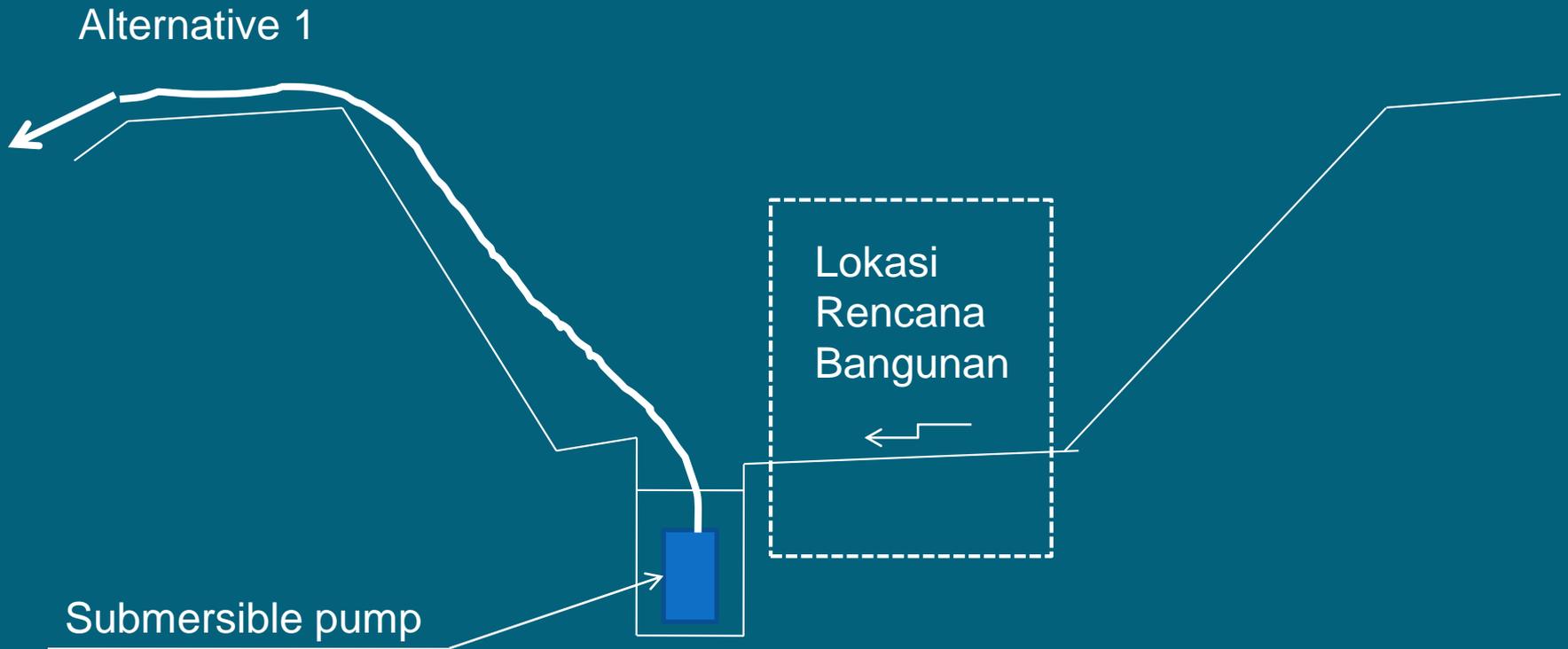
Pemeriksaan Peralatan Meliputi :

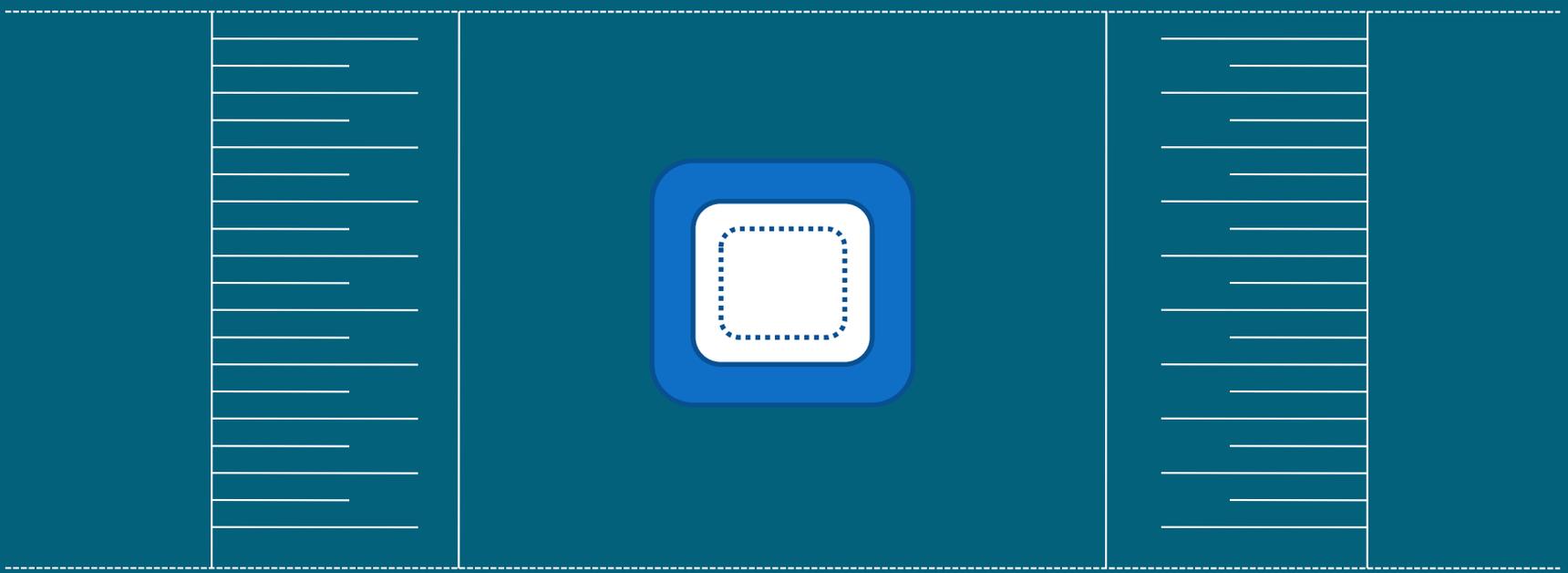
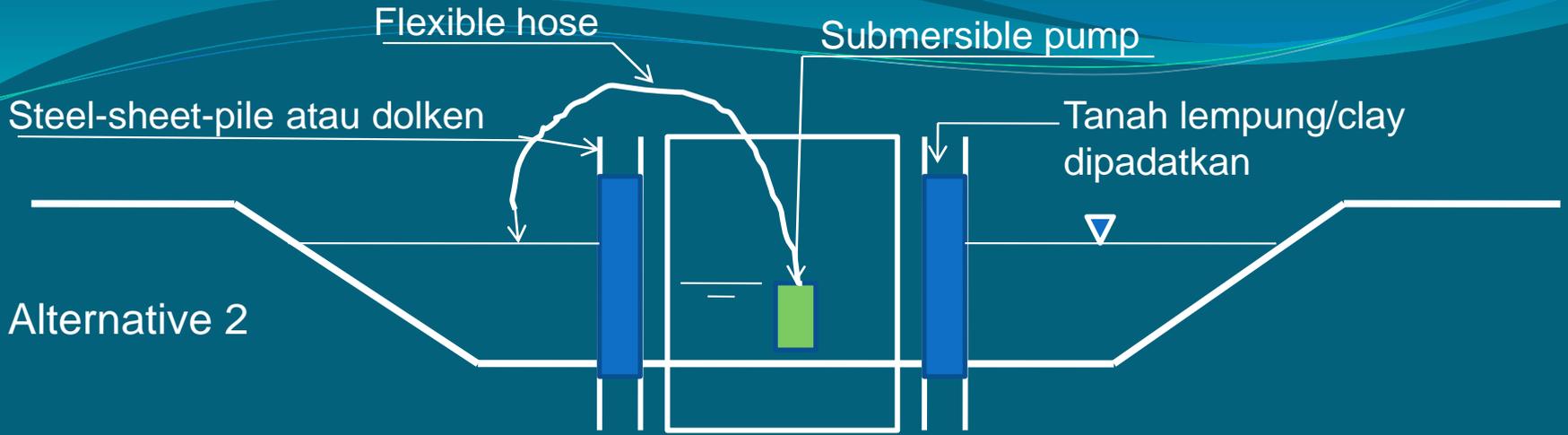
1. Tahun pembuatan
2. Kondisi fisik
3. Kapasitas tiap alat
4. Jumlah masing-masing alat

Sedangkan Pemeriksaan Tenaga Kerja Meliputi :

1. Sertifikat keahlian
2. Pengalaman kerja dilihat dari curriculum vitae
3. Jumlah tenaga kerja masing-masing keahliannya.

PEMERIKSAAN KESIAPAN PEKERJAAN DEWATERING

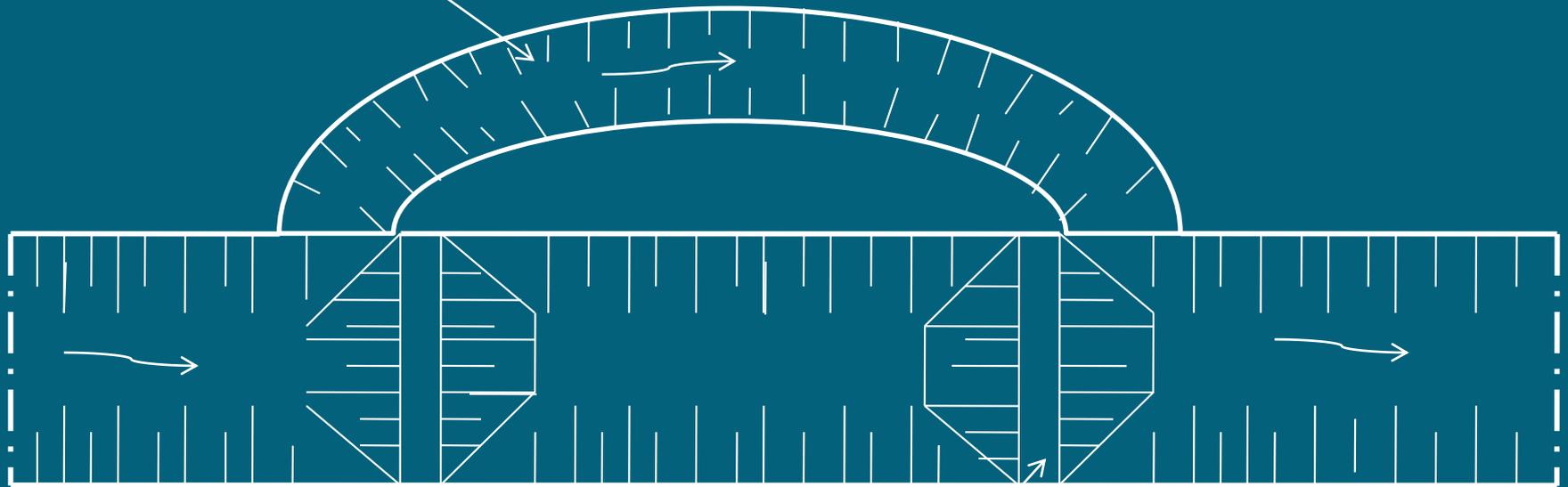




Alternative 3

Pengalihan Aliran Air (Diversion Channel)

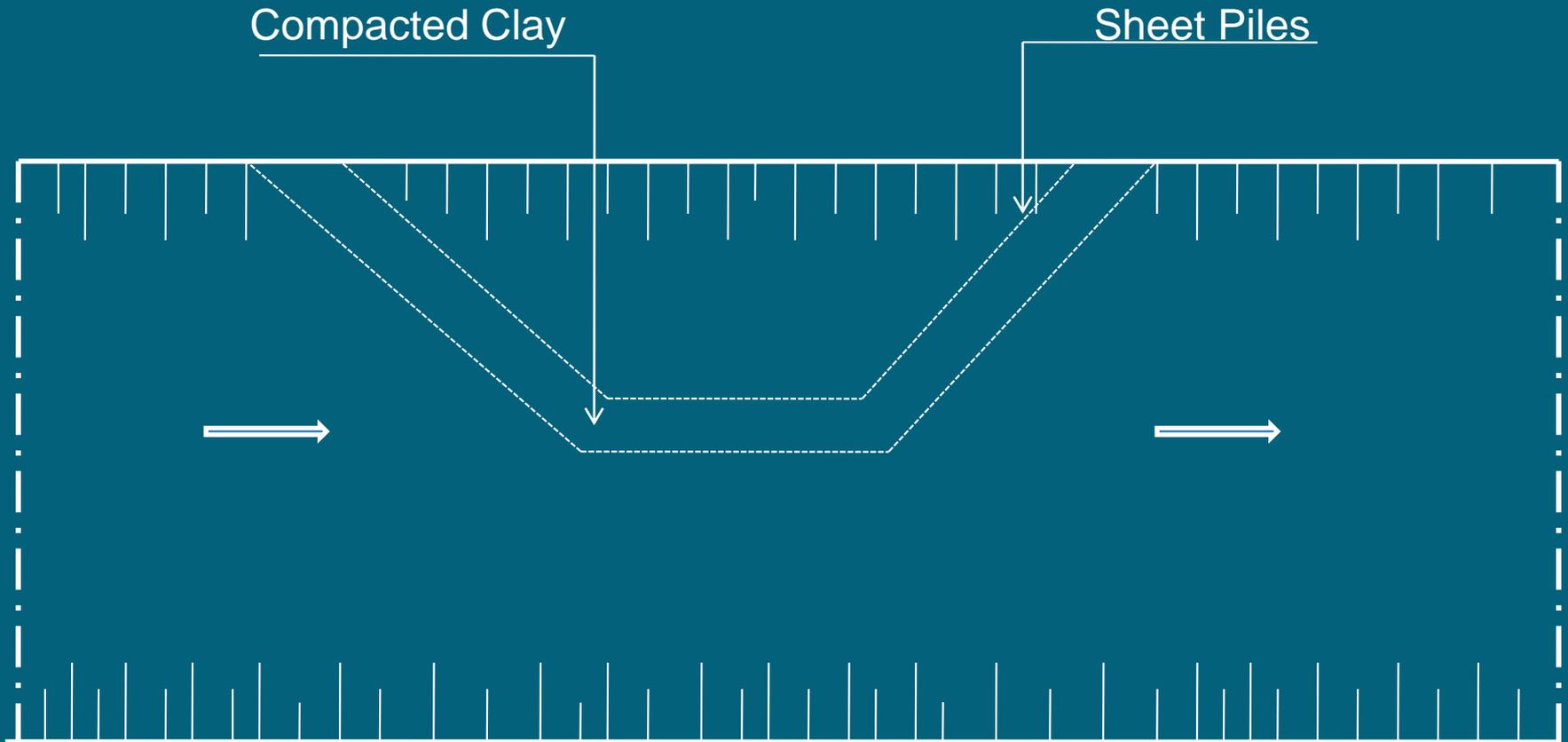
Diversion Channel



Temporary Coverdam

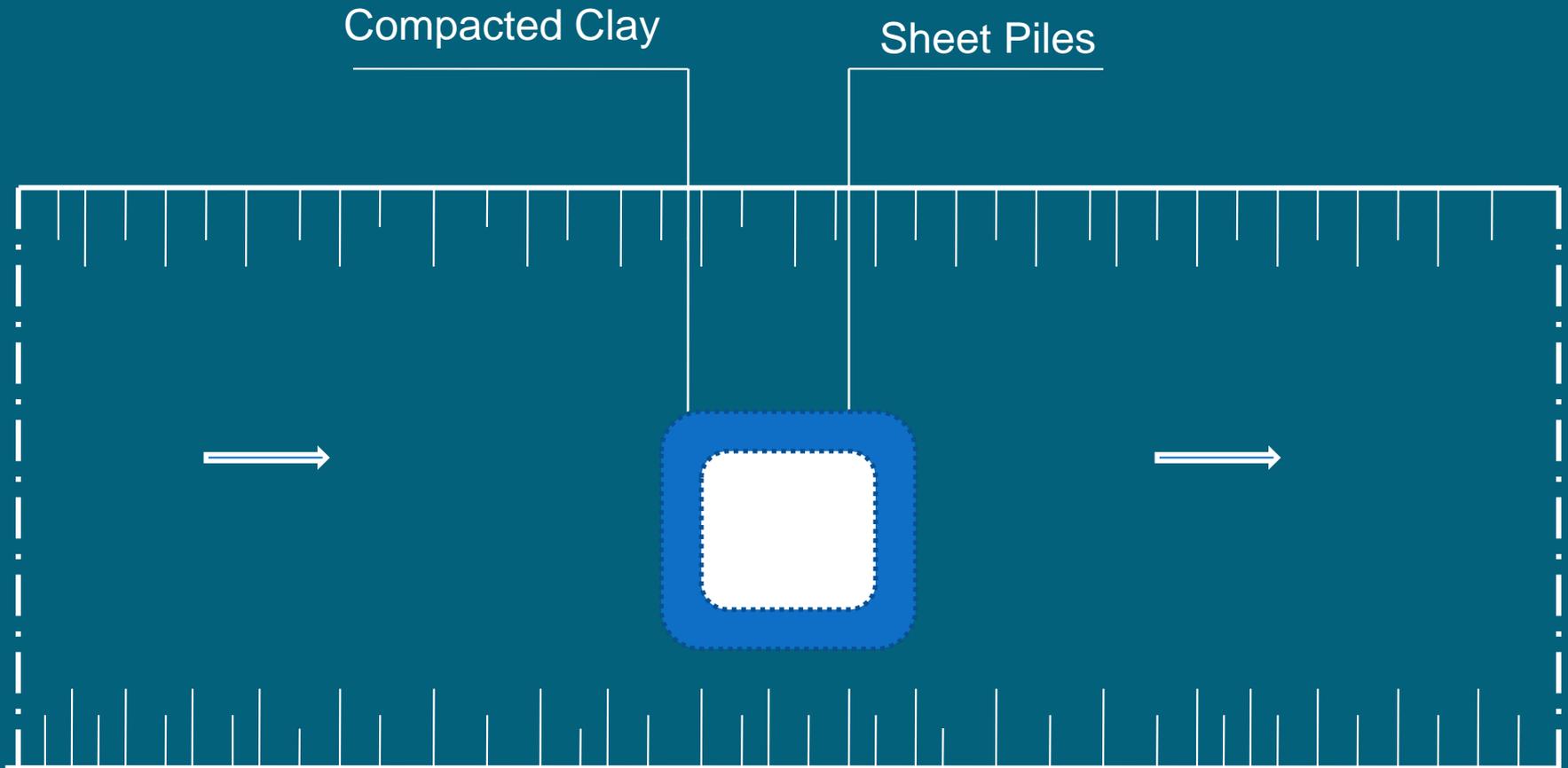
Alternative 4

Penutupan Sebagian Aliran



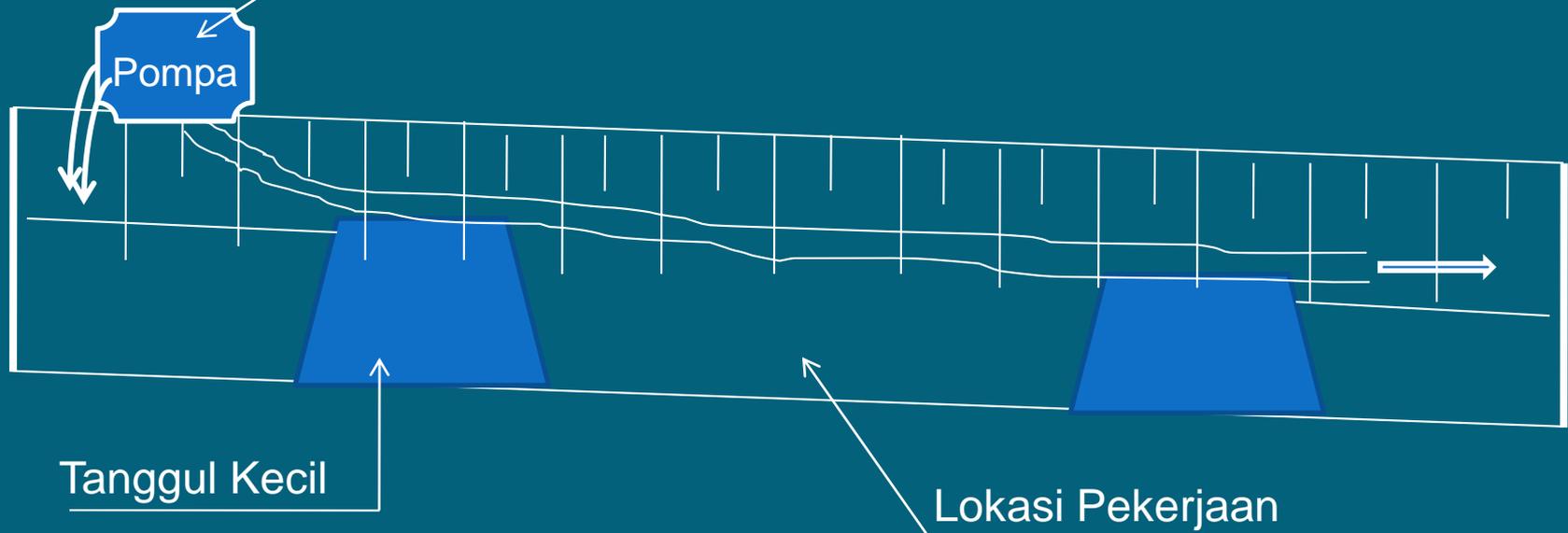
Alternative 5

Penutupan Sebagian Aliran



Alternative 6

Pompa Untuk Mengatasi
Aliran Air ke Down Stream



Tanggul Kecil

Lokasi Pekerjaan

TERIMA KASIH