



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian **Teknik Konstruksi Batu Beton**



Pedagogik : Penentuan Aspek-Aspek Hasil Belajar
Profesional : Pemasangan Pondasi Batu Kali
dan Tembok Penahan

**KELOMPOK
KOMPETENSI**





MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Teknik Konstruksi Batu Beton

Penyusun :

**Dr. Azwar Indra, M.Pd
UNP Padang
azwar_indra52@yahoo.co.id
082170808222**

Reviewer :

**Dr. Nurhasan Syah, M.Pd
UNP Padang
nurhasan_s@yahoo.com
08126605654**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN
PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
BIDANG BANGUNAN DAN LISTRIK
MEDAN
2016**



KATA PENGANTAR

Profesi guru dan tenaga kependidikan harus dihargai dan dikembangkan sebagai profesi yang bermartabat sebagaimana diamanatkan Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen. Hal ini dikarenakan guru dan tenaga kependidikan merupakan tenaga profesional yang mempunyai fungsi, peran, dan kedudukan yang sangat penting dalam mencapai visi pendidikan 2025 yaitu “Menciptakan Insan Indonesia Cerdas dan Kompetitif”. Untuk itu guru dan tenaga kependidikan yang profesional wajib melakukan pengembangan keprofesian berkelanjutan.

Modul Diklat Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Bagi Guru dan Tenaga Kependidikan ini diharapkan menjadi referensi dan acuan bagi penyelenggara dan peserta diklat dalam melaksanakan kegiatan sebaik-baiknya sehingga mampu meningkatkan kapasitas guru. Modul ini disajikan sebagai salah satu bentuk bahan dalam kegiatan pengembangan keprofesian berkelanjutan bagi guru dan tenaga kependidikan.

Penyajian modul ini diawali dengan pendahuluan yang akan mengantarkan peserta diklat memasuki materi yang akan dibahas, peta kompetensi, ruang lingkup dan saran cara penggunaan modul. Selanjutnya disajikan uraian materi pokok dengan bahasa yang mudah dipahami yang dilengkapi latihan di setiap kegiatan pembelajaran. Umpan balik diberikan sebagai pengukur pemahaman dan kesulitan saat mempelajari materi.

Kami menyadari bahwa modul ini perlu disempurnakan, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun akan menjadi masukan yang berharga untuk kesempurnaan modul ini selanjutnya.

Jakarta, Agustus 2015
Direktur Jenderal Guru dan
Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D.
NIP 19590801 198503 1002

DAFTAR ISI

Halaman

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
Daftar Gambar	iv
Daftar Tabel	vi
Pendahuluan	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	2
C. Peta Kompetensi	2
D. Ruang Lingkup	5
E. Saran Cara penggunaan Modul	5
Kegiatan Pembelajaran 1	
A. Tujuan	7
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	7
C. Uraian Materi	7
1. Bahan Bacaan 1	7
2. Bahan Bacaan 2	9
3. Bahan Bacaan 3	11
D. Aktivitas Pembelajaran	20
E. Latihan/ Kasus /Tugas	21
F. Rangkuman	21
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	22
H. Lembar Kerja	23
Kegiatan Pembelajaran 2	
A. Tujuan	26
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	26
C. Uraian Materi	26
1. Bahan Bacaan 1	26
2. Bahan Bacaan 2	35
3. Bahan Bacaan 3	37
D. Aktivitas Pembelajaran	38
E. Latihan/Kasus/Tugas	40
F. Rangkuman	40
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	41
H. Lembar Kerja	43
Kegiatan Pembelajaran 3	
A. Tujuan	45
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	45
C. Uraian Materi	45
1. Bahan Bacaan 1	45
2. Bahan Bacaan 2	50
D. Aktivitas Pembelajaran	53
E. Latihan/Kasus/Tugas	54
F. Rangkuman	55

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	55
H. Lembar Kerja	57
Kegiatan Pembelajaran 4	
A. Tujuan	59
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	59
C. Uraian Materi.....	59
1. Bahan Bacaan 1	59
2. Bahan Bacaan 2.....	68
D. Aktivitas Pembelajaran	75
E. Latihan/Kasus/Tugas	76
F. Rangkuman.....	76
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	77
H. Lembar Kerja	78
Kegiatan Pembelajaran 5	
A. Tujuan	79
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	79
C. Uraian Materi.....	79
1. Bahan Bacaan 1	79
2. Bahan Bacaan 2.....	84
3. Bahan Bacaan 3.....	86
4. Bahan Bacaan 4.....	87
5. Bahan Bacaan 5.....	88
6. Bahan Bacaan 6.....	92
D. Aktivitas Pembelajaran	101
E. Latihan/Kasus/Tugas	105
F. Rangkuman.....	105
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	106
H. Lembar Kerja.....	107
Evaluasi	109
Penutup	111
DaftarPustaka.....	112
Glosarium	114
Lampiran.....	115

Daftar Gambar

	Halaman
Gambar 1. Tanah	27
Gambar 2. Saringan	27
Gambar 3. Lengkung Gradasi.....	29
Gambar 4. Hubungan Volume Campuran Air Dan Tanah Dengan Volume Kadar Air	30
Gambar 5. Bagan Klasifikasi USCS	31
Gambar 6. Bagan Plastisitas	32
Gambar 7. Persentase Tanah yang Lolos # 200.....	33
Gambar 8. Harga D_{10} ; D_{30} ; D_{60}	34
Gambar 9. Sendok Semen	46
Gambar.10. Pahat Beton	46
Gambar 11. Palu Pemotong	47
Gambar 12. Water Pass	47
Gambar 13. Benang	48
Gambar 14. Sekop	48
Gambar 15. Cangkul.....	48
Gambar 16. Gerobak Dorong	49
Gambar 17. Kotak Spesi.....	49
Gambar 18. Ukuran Saluran Hasil Perhitungan	64
Gambar 19. Profil Pemasangan Saluran.....	65
Gambar 20. Gambar Kerja Saluran	66
Gambar 21. Jenis-jenis Tambok Penahan.....	68
Gambar 22. Dimensi Tembok Penahan	71
Gambar 23. Tembok Penahan.....	72
Gambar 24. Profil Pemasangan Tembok Penahan	73
Gambar 25. Gambar Kerja Tembok Penahan.....	74
Gambar 26. Pondasi Batu Kali.....	81
Gambar 27. Jenis-jenis Pondasi Telapak.....	82
Gambar 28. Pondasi Telapak	83
Gambar 29. Pengaruh Muka Air Tanah	85
Gambar 30. Beban Miring.....	86
Gambar 31. Faktor Reduksi Untuk Beban Miring.....	86
Gambar 32. Muatan Dengan Eksentrisitas	87

Gambar.33. Faktor Reduksi Untuk Beban Dengan Eksentrisitas	88
Gambar 34. Diagram Tegangan Kontak	89
Gambar 35. Daerah Teras	91
Gambar 36. Tegangan Kontak	91
Gambar 37. Jenis-jenis Tiang Pancang	94
Gambar 38. Pondasi Sumuran	94

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Daftar Kata Kerja Operasional Ranah Pengetahuan	12
Tabel 2. Daftar Kata Kerja Operasional Ranah Sika	13
Tabel 3. Daftar Kata Kerja Operasional Ranah Keterampilan	14
Tabel 4. Konversi Penilaian Kompetensi Sikap.....	15
Tabel 5. Nilai Ketuntasan Pengetahuan dan Keterampilan	16
Tabel 6. Pengamatan Sikap	17
Tabel 7. Teknik dan Bentuk Instrumen Penilaian	18
Tabel 8. Pensekoran Aspek Pengetahuan Untuk Indikator Menghitung	18
Tabel 9. Pensekoran Aspek Keterampilan Praktikum.....	20
Tabel.10. Hasil Analisis Saringan	29
Tabel 11. Batasan Harga CC dan CU.....	34
Tabel 12. Sistem Klasifikasi Tanah AASTHO	36
Tabel 13. Jenis Pondasi Menurut Jenis Tanah	38
Tabel 14. Syarat Mutu Batu Alam Untuk Bahan Bangunan	52
Tabel 15. Ukuran Bata Merah Pejal Standar	53
Tabel 16. Penyimpangan dari Ukuran Standar	53
Tabel 17. Harga Koefisien Pengaliran(C) dan Harga Faktor Limpasan (fk) ..	60
Tabel 18. Kecepatan Aliran Air Yang Diizinkan Berdasarkan Jenis Material	62
Tabel 19. Koefisien Hambatan (nd)Berdasarkan Kondisi Permukaan	62
Tabel 20. Faktor Daya Dukung Terzaghi	84

Pendahuluan

A. Latar Belakang

Salah satu upaya untuk meningkatkan mutu pendidikan adalah meningkatkan kinerja guru, sebagaimana diungkapkan oleh Ozcan (1996) dalam pertemuan Asosiasi Peneliti Pendidikan Amerika, bahwa “*One of the requirements to improve the quality of education is the improvement of the quality of teacher performance*” (satu dari persyaratan untuk meningkatkan kualitas pendidikan adalah melalui peningkatan kualitas kinerja guru). Khusus untuk Indonesia, peningkatan tersebut dilakukan melalui program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB), baik yang dilakukan secara mandiri atau kelompok.

PKB yang dilakukan secara mandiri membutuhkan bahan ajar yang berbeda dengan bahan ajar untuk kelompok. Untuk PKB secara mandiri, memerlukan modul yang merupakan model bahan belajar (*learning material*) yang menuntut peserta pelatihan untuk belajar lebih aktif dan mandiri.

Modul ini merupakan salah satu dari modul PKB, yang penulisannya antara lain didasari oleh:

1. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2000 tentang Pendidikan dan Pelatihan Jabatan Pegawai Negeri Sipil.
2. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru
3. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 104 tahun 2014 tentang Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah

Pada modul ini peserta dapat mempelajari materi yang terkait dengan kompetensi pedagogik dan profesional. Untuk kompetensi pedagogik, materinya adalah tentang penilaian proses dan hasil belajar. Sedangkan untuk kompetensi profesional, materinya terdiri dari pondasi dangkal, tembok penahan dan saluran.

B. Tujuan

Kegiatan pembelajaran yang terdapat pada modul ini, sengaja dirancang sesuai dengan kompetensi pedagogik dan profesional yang diharapkan dapat saudara kuasai setelah mempelajarinya. Untuk kompetensi pedagogik, saudara diharapkan dapat menentukan aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang saudara ampu.

Untuk kompetensi profesional, saudara diharapkan dapat:

1. Mengelola pembelajaran yang bermaterikan pemasangan pondasi batu kali/batu gunung, sesuai dengan kondisi tanah
2. Mengelola pembelajaran yang bermaterikan pemasangan tembok penahan dan saluran sesuai dengan gambar kerja
3. Menganalisis berbagai jenis dan bentuk pondasi sesuai dengan daya dukung tanah

C. Peta Kompetensi

No	Kompetensi Utama	STANDAR KOMPETENSI GURU		Indikator Esensial/ Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
		KOMPETENSI INTI GURU	KOMPETENSI GURU MATA PELAJARAN/KELAS/KEAHLIAN/BK	
1	Pedagogik	8. Menyelenggarakan penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar	8.2 . Menentukan aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diampu	8.2.1. Aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi (sikap, pengetahuan dan keterampilan) diidentifikasi sesuai dengan karakteristik kompetensi dasar pada setiap paket keahlian

				8.2.2 Aspek-aspek profesional dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi (sikap, pengetahuan dan keterampilan) ditentukan sesuai dengan karakteristik kompetensi dasar pada setiap paket keahlian
2	Profesional	20.Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.	20.6 Mengelola pemasangan pondasi batu kali/batu gunung, beton/beton bertulang sesuai dengan kondisi tanah	20.6.1. Memperjelas jenis atau macam pondasi (pondasi dalam, dangkal atau pondasi langsung, dan tidak langsung) sesuai dengan konsep mekanika tanah
		20.Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.	20.6 Mengelola pemasangan pondasi batu kali/batu gunung, beton/beton bertulang sesuai dengan kondisi tanah	20.6.2 . Memeriksa bahan dan alat serta adukan untuk pemasangan pondasi batu kali/batu gunung serta batu bata sesuai dengan SNI
		20.Menguasai	20.6 Mengelola	20.6.3 Mengevaluasi

		materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.	pemasangan pondasi batu kali/batu gunung, beton/beton bertulang sesuai dengan kondisi tanah	si berbagai pemasangan pondasi seperti; batu kali/batu gunung dan batu bata berdasarkan gambar rencana atau spesifikasi teknis
		20.Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu	20.13 Mengelola pemasangan tembok penahan dan saluran sesuai dengan gambar kerja	20.13.1. Memperjelas prosedur pemasangan tembok penahan tanah dan saluran sesuai dengan gambar kerja
		20.Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu	20.13 Mengelola pemasangan tembok penahan dan saluran sesuai dengan gambar kerja	20.13.2 . Menganalisis bentuk-bentuk tembok penahan tanah dan saluran untuk pekerjaan konstruksi batu dan beton sesuai dengan gambar kerja
		20.Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu	20.20 Mendesain pondasi beton bertulang sesuai dengan SK SNI	20.20.1. Menganalisis berbagai jenis dan bentuk pondasi sesuai dengan daya dukung tanah

D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup kompetensi yang akan dibicarakan pada modul ini terbagi atas dua kompetensi utama, yaitu kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional. Kompetensi pedagogik terdiri dari satu kegiatan, yang secara garis besar akan membahas aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi. Sedangkan kompetensi profesional terdiri atas 5 (lima) kegiatan.

Kegiatan pertama adalah memperjelas jenis atau macam pondasi dangkal sesuai dengan konsep mekanika tanah. Kegiatan kedua, mempelajari bahan dan alat serta adukan untuk pemasangan pondasi dangkal. Kegiatan ketiga berisikan prosedur pemasangan tembok penahan tanah dan saluran. Kegiatan keempat menganalisis bentuk-bentuk tembok penahan tanah dan saluran untuk pekerjaan konstruksi batu dan beton. Sedangkan kegiatan kelima berisikan materi tentang penganalisisan berbagai jenis dan bentuk pondasi sesuai dengan daya dukung tanah.

E. Saran Cara penggunaan modul

Untuk memahami isi modul, saudara disarankan agar

- a. Membaca secara sepintas masing-masing kegiatan yang ada dalam modul sambil mengaris bawahi materi yang kurang dimengerti, karena materinya masih baru atau kurang lengkap.
- b. Mencari sumber lain yang terkait dengan materi yang telah saudara garis bawahi pada poin a. Pencarian termudah adalah melalui internet, yang dapat saudara lakukan dengan cara mengetik kata-kata kunci dari materi yang kurang saudara mengerti.

Sebagai contoh, jika yang ingin saudara cari adalah materi tentang pondasi dangkal, saudara cukup mengetikkan “pondasi dangkal” (dalam tanda kutip) pada kolom *search*. Apabila yang saudara butuhkan adalah *file* dalam bentuk *power point*, maka dibelakang kata kunci tersebut tambahkan kata-kata *filetype:ppt*, misalnya “pondasi dangkal” *filetype:ppt*. Demikian pula jika yang saudara butuhkan adalah *file* dalam bentuk *pdf*, maka ketikkan “pondasi dangkal” *filetype:pdf*.

- c. Mempelajari materi untuk masing-masing kegiatan secara tuntas

- d. Mengerjakan latihan/tugas yang terdapat di akhir setiap kegiatan sebagai umpan balik dari kegiatan pembelajaran yang telah saudara lakukan

Kegiatan Pembelajaran 1

Aspek-aspek Penilaian dan Evaluasi

A. Tujuan

Setelah membaca materi aspek-aspek penilaian dan evaluasi peserta dapat menentukan aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi (sikap, pengetahuan dan keterampilan) sesuai dengan karakteristik kompetensi dasar pada mata pelajaran yang diampu

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Mampu menyebutkan jenis-jenis penilaian
2. Mampu menyebutkan acuan dan prinsip-prinsip penilaian
3. Mampu menentukan aspek-aspek yang penting untuk dinilai dalam suatu proses belajar
4. Mampu merancang format untuk penilaian sikap, pengetahuan dan keterampilan

C. Uraian Materi

1. Bahan Bacaan 1

Aspek-aspek Penilaian

Kurikulum sebagai acuan dalam penyelenggaraan pendidikan dapat dirancang dengan berbagai orientasi. Hal ini tergantung kepada filosofi yang mendasari pengembangan kurikulum tersebut. Kurikulum 2013 adalah kurikulum yang orientasinya ditujukan kepada penyeimbangan sikap, keterampilan dan pengetahuan. Berbeda dengan yang selama ini berlangsung, dimana pembelajaran lebih mengutamakan pengetahuan dan keterampilan teknis

Sesuai dengan orientasi kurikulum 2013, maka setiap proses pembelajaran harus ditujukan kepada penyeimbangan aspek sikap, keterampilan dan pengetahuan. Sebagai konsekwensinya, setiap pendidik/guru dituntut untuk mampu melakukan penilaian tidak hanya terhadap aspek pengetahuan, tetapi juga terhadap aspek sikap dan keterampilan.

Lebih jauh dalam Permendikud Nomor 66 tahun 2013 dijelaskan, bahwa penilaian pendidikan adalah proses pengumpulan dan pengolahan informasi/data untuk mengukur pencapaian hasil belajar peserta didik. Penilaian tersebut antara lain terdiri dari: penilaian autentik, penilaian diri, penilaian berbasis portofolio, ulangan harian, ulangan tengah semester, dan ulangan akhir semester.

a. Penilaian Autentik

Penilaian autentik adalah penilaian yang memberikan kesempatan yang luas kepada peserta didik untuk menerapkan pengetahuan, ketrampilan, dan sikap yang telah mereka dalam bentuk tugas seperti membaca dan meringkas, melakukan eksperimen, mengamati, survei, membuat proyek, menyusun makalah, membuat karangan, dan diskusi kelas.

b. Penilaian Diri

Penilaian diri adalah suatu teknik penilaian di mana peserta didik diminta untuk menilai dirinya sendiri berkaitan dengan sikap, pengetahuan, dan keterampilan yang dipelajarinya. Untuk kompetensi kognitif, peserta didik dapat diminta untuk menilai penguasaan pengetahuan dan keterampilan berpikirnya sebagai hasil belajar pada mata pelajaran tertentu.

c. Portofolio

Penilaian portofolio adalah penilaian secara berkesinambungan terhadap sekumpulan karya peserta didik secara individu pada suatu periode tertentu. Pada akhir periode yang telah ditentukan, hasil karya tersebut dikumpulkan dan dinilai bersama oleh guru dan peserta didik. Berdasarkan penilaian tersebut, guru dan peserta didik dapat menilai bagaimana perkembangan kemampuan peserta didik, untuk kemudian melakukan perbaikan secara terus menerus. Dengan demikian, portofolio akan memperlihatkan dinamika kemampuan belajar peserta didik melalui sekumpulan karyanya.

d. Ulangan Harian

Ulangan harian adalah penilaian pada setiap penyelesaian satu muatan/topik pembelajaran

e. Ulangan Tengah Semester

Ulangan tengah semester adalah penilaian untuk semua muatan/topik pembelajaran yang diselesaikan dalam paruh pertama semester.

f. Ulangan Akhir Semester

Ulangan akhir semester adalah penilaian untuk semua muatan/topik pembelajaran yang diselesaikan dalam satu semester.

2. Bahan Bacaan 2

Acuan Penilaian

- a. Acuan penilaian pada kurikulum 2013 adalah acuan kriteria atau patokan, yaitu suatu penilaian yang dilakukan dengan cara membandingkan skor yang diperoleh peserta didik dengan acuan atau patokan yang telah ditetapkan. Hal ini berbeda dengan acuan normal, yang membandingkan skor yang diperoleh peserta didik dengan skor peserta didik lainnya.
- b. Kepada peserta didik yang belum berhasil memenuhi kriteria, diberikan kesempatan untuk mengikuti pembelajaran remedial. Pembelajaran remedial diberikan setelah peserta didik mengikuti suatu kegiatan penilaian, yang diberikan secara individu, kelompok ataupun kelas. Sedangkan bagi peserta didik yang telah memenuhi kriteria, diberikan pengayaan yang merupakan pendalaman untuk suatu kompetensi yang telah dipelajari.
- c. Untuk aspek sikap, acuan kriteria yang dipergunakan adalah modus. Untuk aspek pengetahuan dipergunakan rerata, sedangkan untuk aspek keterampilan dipakai skor pencapaian terbaik atau optimum.

Prinsip Penilaian

Prinsip Penilaian Hasil Belajar meliputi prinsip umum dan prinsip khusus, seperti yang dikemukakan pada Permendikbud Nomor 104 Tahun 2014.

Prinsip umum dalam Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik adalah sebagai berikut

- a) Sahih, berarti materi penilaian sesuai dengan materi ajar yang telah dipelajari oleh peserta didik.
- b) Objektif, berarti penilaian mengikuti prosedur dan kriteria yang jelas, tidak diwarnai oleh subjektivitas penilai.
- c) Adil, berarti penilaian tidak membedakan peserta didik, tegasnya tidak membedakan apakah peserta didik merupakan peserta didik yang berkebutuhan khusus, atau karena adanya perbedaan latar belakang agama, suku, budaya, adat istiadat, status sosial ekonomi, dan gender.
- d) Terpadu, berarti penilaian yang dilakukan merupakan salah satu bagian dari kegiatan pembelajaran.
- e) Terbuka, berarti baik itu prosedur penilaian, ataupun kriteria penilaian, dan dasar pengambilan keputusan, bila diperlukan dapat diketahui oleh pihak yang berkepentingan.
- f) Holistik dan berkesinambungan, berarti penilaian mencakup semua aspek kompetensi; dilakukan dengan menggunakan teknik penilaian yang sesuai dengan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik.
- g) Sistematis, berarti penilaian harus dilakukan secara terencana dan bertahap serta mengikuti langkah-langkah baku.
- h) Akuntabel, berarti penilaian yang dilakukan oleh pendidik harus dapat dipertanggungjawabkan, baik dari segi teknik, prosedur, maupun hasilnya.
- i) Edukatif, berarti penilaian yang dilakukan harus bersifat mendidik.

Prinsip khusus dalam Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik berisikan prinsip-prinsip Penilaian Autentik sebagai berikut.

- a) Kurikulum adalah acuan dalam pengembangan materi penilaian
- b) Bersifat lintas muatan atau mata pelajaran.
- c) Sesuai dengan kemampuan peserta didik.
- d) Di dasarkan kepada kinerja peserta didik.
- e) Penilaian harus dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik.
- f) Menitik beratkan pada kegiatan dan pengalaman belajar peserta didik.
- g) Memberi peserta didik kebebasan untuk mengkonstruksi responnya.

- h) Mengutamakan keterpaduan sikap, pengetahuan, dan keterampilan.
- i) Mengembangkan kemampuan berpikir divergen.
- j) Menyatu dan tidak terpisahkan dari pembelajaran.
- k) Menghendaki umpan balik yang segera dan berkelanjutan.
- l) Mengutamakan konteks yang berkaitan dengan dunia nyata.
- m) Berhubungandengan dunia kerja.
- n) Menggunakan data yang langsung diperoleh dari dunia nyata.
- o) Menggunakan berbagai teknik dan instrumen.

3. Bahan Bacaan 3

Lingkup Penilaian

Lingkup Penilaian Hasil Belajar mencakup kompetensi sikap (spiritual dan sosial), pengetahuan, dan keterampilan. Terkait dengan hal tersebut, maka sebelum melakukan penilaian, pendidik perlu memahami bahwa indikator yang merupakan acuan dalam melakukan penilaian harus memiliki kata kerja yang dapat diukur. Kata kerja inilah yang disebut sebagai kata kerja operasional. Berikut disajikan daftar kata kerja operasional dari masing-masing aspek penilaian.

Tabel. 1. Daftar Kata Kerja Operasional Ranah Pengetahuan

Mengingat (C1)	Memahami (C2)	Menerapkan (C3)	Menganalisis (C4)	Mengevaluasi (C5)	Menciptakan (C6)
Membilang	Menjelaskan	Menerapkan	Menganalisis	Membandingkan	Mengabstraksi
Mendaftar	Mengategorikan	Menggunakan	Mendiagnosis	Menyimpulkan	Menganimasi
Menunjukkan	Mengasosiasikan	Menyelidiki	Menyeleksi	Menilai	Mengombinasikan
Menamai	Membandingkan	Mengoperasikan	Merinci	Mengkritik	Mengarang
Menandai	Menghitung	Melaksanakan	Mendiagramkan	Memprediksi	Membangun
Membaca	Menguraikan	Memproduksi	Membagangkan	Menafsirkan	Menciptakan
Menghafal	Membedakan	Memproses	Menelaah	Mempertahankan	Mengkreasikan
Mengulang	Mendiskusikan	Melakukan	Mengedit	Membuktikan	Merancang
Memilih	Mencontohkan	Mengimple mentasikan	Mengaitkan	Memvalidasi	Merencanakan
Melafalkan	Mengemukakan		Memilah	Mengetes	Membentuk
Menuliskan	Menyimpulkan			Memproyeksikan	Merumuskan
Menyebutkan	Merangkum				Menggabungkan
	Menjabarkan				Memadukan
	Mengidentifikasi				Mereparasi
	Mengartikan				Memproduksi
	Menghitung				

Sumber: Ditabulasikan dari Ridwan (2014)

.Tabel 2. Daftar Kata Kerja Operasional Ranah Sikap

Menerima (A1)	Menanggapi (A2)	Menilai (A3)	Mengelola (A4)	Menghayati (A5)
Memilih	Menjawab	Mengasumsikan	Menganut	Mengubah perilaku
Mempertanyakan	Membantu	Meyakini	Mengubah	Berakhlak mulia
Mengikuti	Mengajukan	Melengkapi	Menata	Mempengaruhi
Memberi	Mengompromikan	Meyakinkan	Mengklasifikasikan	Mendengarkan
Menganut	Menyenangi	Memperjelas	Mengombinasikan	Mengkualifikasi
Mematuhi	Menyambut	Memprakarsai	Mempertahankan	Melayani
Meminati	Mendukung	Mengimani	Membangun	Menunjukkan
	Menyetujui	Mengundang	Membentuk pendapat	Membuktikan
	Menampilkan	Menggabungkan	Memadukan	
	Melaporkan	Mengusulkan	Mengelola	
	Memilih	Menekankan	Menegosiasi	
	Mengatakan	Menyumbang		
	Memilah			
	Menolak			

Sumber: Ditabulasikan dari Ridwan (2014)

Tabel 3. Daftar Kata Kerja Operasional Ranah Keterampilan

Menirukan (P1)	Memanipulasi (P2)	Presisi (P3)	Artikulasi (P4)	Pengalamiahan (P5)
Menyalin	Mendemonstrasikan	Menunjukkan	Mempertajam	Memproduksi
Mengikuti	Memanipulasi	Melengkapi	Membentuk	Mencampur
Mereplikasi	Membuat kembali	Menyempurnakan	Menseketsa	Mengoperasikan
Mengulangi	Membangun	Mengkalibrasi	Membangun	Mengemas
Mematuhi	Melakukan Melaksanakan	Mengendalikan	Mengatasi	Mendesain
	Menerapkan		Menggabungkan	Menentukan
	Mempraktikkan		Koordinat	Mengelola
			Mengintegrasikan	Menciptakan
			Beradaptasi	
			Mengembangkan	
			Merumuskan	
			Memodifikasi	

Sumber: Ditabulasikan dari Ridwan (2014)

Ketuntasan Belajar

Ketuntasan belajar sebagaimana diatur dalam Permendikbud Nomor 104 Tahun 2014, terdiri dari ketuntasan penguasaan substansi dan ketuntasan belajar dalam konteks kurun waktu belajar. Ketuntasan penguasaan substansi adalah ketuntasan penguasaan peserta didik atas KD tertentu pada tingkat penguasaan minimal atau di atasnya. Sedangkan ketuntasan belajar dalam konteks kurun waktu belajar dibagi atas ketuntasan dalam setiap semester, ketuntasan pada setiap tahun ajaran, dan ketuntasan pada tingkat satuan pendidikan.

Ketuntasan Belajar dalam satu semester adalah keberhasilan peserta didik menguasai kompetensi seluruh mata pelajaran yang diikutinya dalam satu semester. Ketuntasan Belajar dalam setiap tahun ajaran adalah keberhasilan peserta didik menguasai kompetensi seluruh mata pelajaran pada semester ganjil dan genap dalam satu tahun ajaran. Ketuntasan dalam tingkat satuan pendidikan adalah keberhasilan peserta didik menguasai kompetensi seluruh mata pelajaran dalam suatu satuan pendidikan, yang sekaligus dipergunakan untuk menentukan kelulusan peserta didik dari satuan pendidikan.

Nilai ketuntasan untuk masing-masing aspek penilaian ditentukan seperti berikut. Untuk kompetensi sikap, nilai ketuntasan dinyatakan dalam bentuk predikat, yang terdiri dari predikat Sangat Baik (SB), Baik (B), Cukup (C), dan Kurang (K) sebagaimana dicantumkan pada Tabel 4. Untuk aspek pengetahuan dan keterampilan, dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 4. Konversi Penilaian Kompetensi Sikap

No	Skor	Predikat
1	$3,50 < x \leq 4,00$	Sangat Baik (SB)
2	$2,50 < x \leq 3,50$	Baik (B)
3	$1,50 < x \leq 2,50$	Cukup (C)
4	$1,00 < x \leq 1,50$	Kurang (K)

Sumber: Dirjendikdas, 2014

Tabel 5. Nilai Ketuntasan Pengetahuan dan Keterampilan

Nilai Ketuntasan Pengetahuan dan Keterampilan	
Rentang Angka	Huruf
3,85 – 4,00	A
3,51 – 3,84	A-
3,18 – 3,50	B+
2,85 – 3,17	B
2,51 – 2,84	B-
2,18 – 2,50	C+
1,85 – 2,17	C
1,51 – 1,84	C-
1,18 – 1,50	D+
1,00 – 1,17	D

Sumber: Permendikbud Nomor 104 Tahun 2014,

Untuk aspek sikap ketuntasan belajarnya ditetapkan dengan predikat baik (B) sedangkan untuk aspek pengetahuan dan keterampilan, ketuntasan belajarnya ditetapkan dengan skor rerata sebesar 2,67.

Penilaian Aspek Sikap

Penilaian aspek sikap dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti: observasi, penilaian diri, penilaian teman sebaya, dan penilaian jurnal, dengan instrument seperti daftar cek atau skala penilaian (ratingscale) yang disertai rubrik. Sebagai contoh, berikut disajikan bentuk penilaian aspek sikap sosial yang dilakukan melalui observasi, dengan skala penilaian 4 = sangat baik; 3 = baik ; 2 = cukup, dan 1 = kurang.

Tabel 6. Pengamatan Sikap

No	Nama	Aspek Yang Dinilai				Jumlah Skor
		Disiplin	Toleransi	Tanggung Jawab	Kejujuran	
1	2	3	4	5	6	7
1	Mutiara	4	3	3	3	14
2	Latifah	3	4	4	4	15
3	Aan	4	3	3	3	14
4	Ruby	3	4	4	3	14

Nilai dari masing-masing peserta didik dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlahskor}}{\text{skor maksimal}} \times 4$$

Keterangan: Jumlah skor dapat dilihat pada kolom 7

Skor maksimal = jumlah aspek yang dinilai dikalikan dengan 4;

Untuk contoh di atas, jumlah aspek yang dinilai adalah 4 (disiplin, kerjasama, tanggung jawab dan kejujuran)

angka 4 adalah skor tertinggi (sangat baik).

Berdasarkan rumus di atas, nilai dari peserta didik yang bernama Mutiara adalah;

Nilai = $\frac{14}{16} \times 4$; dengan demikian nilai Mutiara = 3.5, atau Sangat Baik (lihat Tabel 4)

Penilaian Aspek Pengetahuan

Penilaian aspek pengetahuan dapat dilakukan dengan berbagai teknik, seperti tes tertulis, tes lisan dan penugasan, dengan instrumen tertentu yang relevan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Teknik dan Bentuk Instrumen Penilaian

Teknik Penilaian	Bentuk Instrumen	Catatan
Tes Tulis	Pilihan ganda, isian, jawaban singkat, benar-salah, menjodohkan, dan uraian.	Instrumen uraian dilengkapi dengan pedoman penskoran dalam format rubrik
Tes Lisan	Daftar pertanyaan.	
Penugasan	Pekerjaan rumah dan/atau tugas yang dikerjakan secara individu atau kelompok sesuai dengan karakteristik tugas.	Tugas yang diberikan sebatas pada tuntutan kompetensi pengetahuan bukan portofolio keterampilan

Sumber: Dirjendikdas, 2014

Sebagai contoh penilaian aspek pengetahuan, disini diambilkan indikator “Menghitung massa jenis semen”. Sebelum menentukan bentuk instrumennya, terlebih dahulu perlu untuk memahami hal apa saja yang dapat dinilai dalam mengerjakan perhitungan massa jenis. Misalkan bahwa terdapat empat hal pokok yang dapat dinilai, yaitu: rumus yang dipakai, cara menghitung, hasil perhitungan dan satuannya. Setelah hal tersebut ditetapkan, berikut adalah menentukan skor dari masing-masing sasaran penilaian, seperti yang tampak pada Tabel 8.

Tabel 8. Penskoran Aspek Pengetahuan Untuk Indikator Menghitung

No	Kriteria penilaian	Skor	Penilaian	Skor yang Diperoleh
1	Rumus benar	30	v	30
2	Cara menghitung benar	30	v	30
3	Hasil benar	20	v	20
4	Satuan benar	20	x	0
Jumlah skor		100		80

Misalkan bahwa rumus yang dipergunakan oleh seorang peserta didik adalah benar, demikian pula dengan cara menghitung dan hasil yang diperoleh, tetapi satuannya salah. (perhatikan Tabel 8).

Berdasarkan skor pada Tabel 8, maka nilai untuk indikator menghitung dapat

dihitung dengan rumus: $\text{Nilai} = \frac{\text{skoryangdiperoleh}}{\text{jumlahskor}} \times \text{nilai tertinggi}$

$$= \frac{80}{100} \times 4$$

= 3, 2 (B +) lihat Tabel 5.

Penilaian Aspek Keterampilan

Untuk penilaian aspek keterampilan, dilakukan dengan memperhatikan Permendikbud Nomor 66 tahun 2013 tentang Standar Penilaian. Di mana dijelaskan bahwa penilaian kompetensi keterampilan dilakukan melalui penilaian kinerja, yaitu penilaian yang menuntut peserta didik mendemonstrasikan suatu kompetensi tertentu dengan menggunakan tes praktik, proyek, dan penilaian portofolio.

Sebagai contoh, berikut diberikan penilaian keterampilan dengan menggunakan rubrik.

Rubrik

1	Persiapan	Indikator	Penilaian
		a. Datang tepat waktu	Nilai 4 apabila 4 indikator dipenuhi
2	Proses	b. Kerapian pakaian kerja	Nilai 3 apabila 3 indikator dipenuhi
		c. Ketepatan pengambilan alat- alat	Nilai 2 apabila 2 indikator dipenuhi
		d. Ketepatan pengambilan bahan	Nilai 1 apabila 1 indikator dipenuhi
		a. Ketepatan mengikuti langkah kerja	Nilai 4 apabila 4 indikator dipenuhi
3	Hasil	b. Ketepatan waktu kerja	Nilai 3 apabila 3 indikator dipenuhi
		c. Kebersihan tempat kerja	Nilai 2 apabila 2 indikator dipenuhi
		d. Memperhatikan keselamatan kerja	Nilai 1 apabila 1 indikator dipenuhi
		a. Menyimpang antara 0-10 % dari harga rata-rata kelas	Nilai 4
		b. Menyimpang antara 11-20 % dari harga rata-rata kelas	Nilai 3
		c. Menyimpang antara 21-30 % dari harga rata-rata kelas	Nilai 2
		d. Menyimpang > 30 % dari harga rata-rata kelas	Nilai 1

Sebagai kelanjutan dari rubrik di atas, berikut diberikan tabel pensekoran untuk aspek keterampilan praktikum bengkel/work shop, seperti yang terlihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Penskoran Aspek Keterampilan Praktikum

Nama Peserta Didik	Aspek yang Dinilai			Jumlah skor yang diperoleh
	Persiapan	Proses	Hasil	
Mutiara	4	4	4	12
Latifah	3	4	4	11
Aan	3	3	4	10
Ruby	4	4	4	12

Nilai peserta didik dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah skoryangdiperoleh}}{\text{jumlahskor}} \times \text{nilai tertinggi}$$

Berdasarkan sor yang tertera pada Tabel 9, nilai peserta didik yang bernama

$$\text{Ruby adalah } \frac{\text{skoryangdiperoleh}}{\text{skor maksimal}} \times \text{nilai tertinggi}$$

$$\frac{12}{12} \times 4 = 4 \text{ (A); lihat Tabel 5}$$

D. Aktivitas Pembelajaran

Titik berat aktivitas pembelajaran untuk modul ini adalah diskusi. Sehubungan dengan hal tersebut, sebelum mendiskusikan materi yang telah disediakan, peserta diklat diminta untuk membentuk kelompok dengan ketentuan sebagai berikut.

1. Setiap kelompok belajar terdiri dari 3- 4 orang peserta.
2. Memilih ketua, sekertaris dan anggota kelompok.
3. Membuat kesepakatan bahwa semua anggota kelompok harus berperan aktif, dan mempersiapkan diri dengan cara membaca terlebih dahulu materi pelajaran yang akan didiskusikan.

Aktivitas

1. Masing-masing anggota kelompok diminta untuk mempelajari bahan bacaan 1, kemudian menyimpulkan dengan kata-kata sendiri apa yang

dimaksud dengan penilaian autentik, penilaian diri, penilaian berbasis portofolio, ulangan harian, ulangan tengah semester, dan ulangan akhir semester, pada Lembaran Kegiatan (LK) 001.

Selanjutnya, salah seorang anggota kelompok diminta untuk membacakan kesimpulannya tentang penilaian autentik, penilaian diri, penilaian berbasis portofolio, ulangan harian, ulangan tengah semester, dan ulangan akhir semester. Sedangkan peserta yang lain diminta untuk memberikan tanggapannya.

2. Sama seperti aktivitas 1, tapi untuk bahan bacaan 2. Kemudian menyimpulkan dengan kata-kata sendiri apa yang dimaksud dengan acuan penilaian dan prinsip penilaian, pada LK 001.
3. Diskusikan bentuk format penilaian sikap, pengetahuan dan keterampilan dengan ketentuan sebagai berikut.
 - a. Format penilaian sikap untuk Praktikum Kerja Batu
 - b. Format penilaian pengetahuan dalam bentuk format observasi terhadap diskusi, dan tanya jawab
 - c. Format penilaian keterampilan untuk Praktikum Kerja BatuTuliskan hasil diskusi kelompok saudara pada LK 002

E. Latihan

1. Aspek apa sajakah yang menjadi sasaran penilaian pada kurikulum 2013
2. Jelaskan apa maksud dari pernyataan, bahwa “pada kurikulum 2013, acuan penilaian yang dipergunakan adalah acuan”
3. Apakah yang dimaksud dengan “sahih” sebagai salah satu prinsip penilaian
4. Jelaskan apa yang dimaksud dengan kata kerja operasional
5. Jelaskan apa yang dimaksud dengan ketuntasan penguasaan substansi.

F. Rangkuman

Kemampuan melakukan penilaian terhadap proses dan hasil belajar yang didasari oleh teori, merupakan kemampuan mutlak yang harus dikuasai oleh guru. Tanpa pengetahuan tersebut, penilaian bisa menjadi bumerang

terhadap kinerja guru. Terkait dengan hal tersebut, pada modul ini disajikan beberapa hal pokok yang perlu dipahami oleh guru, diantaranya adalah::

1. Penilaian terhadap proses dan hasil belajar, harus mencakup penilaian terhadap aspek pengetahuan, sikap dan keterampilan
2. Penilaian antara lain terdiri dari: penilaian autentik, penilaian diri, penilaian berbasis portofolio, ulangan harian, ulangan tengah semester, dan ulangan akhir semester
3. Acuan penilaian yang dipergunakan pada kurikulum 2013 adalah acuan kriteria atau patokan
4. Penilaian memiliki prinsip umum yang terdiri dari: Sahih, Objektif, Adil, Terpadu,. Terbuka, Holistik, Sistematis, Akuntabel, dan Edukatif
5. Ketuntasan belajar sebagaimana diatur dalam Permendikbud Nomor 104 Tahun 2014, terdiri dari ketuntasan penguasaan substansidan ketuntasan belajar dalam konteks kurun waktu belajar.Ketuntasan penguasaan substansi adalah ketuntasan penguasaan peserta didik atas KD tertentu pada tingkat penguasaan minimal atau di atasnya. Sedangkan ketuntasan belajar dalam konteks kurun waktu belajar dibagi atas ketuntasan dalam setiap semester, ketuntasan pada setiap tahun ajaran, dan ketuntasan pada tingkat satuan pendidikan

G. Umpan Balik/Tindak Lanjut

Setelah saudara selesai mempelajari modul ini, saudara tentu telah memahami betapa pentingnya untuk memahami aspek-aspek yang perlu dinilai dan dievaluasi dalam suatu proses pembelajaran. Namun demikian perlu untuk disadari bahwa apa yang saudara peroleh pada modul ini, masih merupakan dasar-dasar dari suatu proses penilaian dan evaluasi. Terkait dengan hal tersebut, disarankan agar saudara lebih mendalami materi yang sama dari sumber lain.

Untuk lebih memperdalam pemahaman saudara dalam melakukan penilaian dan evaluasi, saudara diminta untuk menerapkan apa yang telah saudara peroleh melalui modul ini dalam pembelajaran yang sebenarnya. Hal ini perlu saudara lakukan, mengingat bahwa tanpa praktek nyata, maka apa yang telah saudara peroleh bisa menjadi hal yang terlupakan.

LEMBARAN KERJA	No : 001
MATERI	ASPEK_ASPEK PENILAIAN

AKTIVITAS 1

Jenis Penilaian	Definisi
Penilaian autentik	
Penilaian diri	
Penilaian berbasis portofolio	
Ulangan harian	
Ulangan tengah semester	
Ulangan akhir semester	

KESIMPULAN/HASIL DISKUSI

LEMBARAN KERJA	No : 002
MATERI	ASPEK_ASPEK PENILAIAN

AKTIVITAS 2

No	Acuan Penilaian	Deskripsi
1		
2		
3		
	Prinsip Penilaian	
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		

KESIMPULAN/HASIL DISKUSI

LEMBARAN KERJA	No : 003
MATERI	ASPEK_ASPEK PENILAIAN

AKTIVITAS 3

Format penilaian sikap untuk Praktikum Kerja Batu

Format penilaian pengetahuan dalam bentuk format observasi terhadap diskusi, dan tanya jawab

Format penilaian keterampilan untuk Praktikum Kerja Batu

Kegiatan Pembelajaran 2

Tanah dan Pondasi

A. Tujuan

Setelah mempelajari materi berikut peserta dapat:

1. Mengklasifikasikan tanah menurut sistem Unified dan AASTHO sesuai dengan kriteria masing-masing sistem klasifikasi
2. Menentukan jenis pondasi sesuai dengan hasil penyelidikan tanah

B. Indikator

1. Mampu mengklasifikasi tanah berdasarkan sistem Unified
2. Mampu mengklasifikasikan tanah berdasarkan sistem AASHTO
3. Mampumenetapkan bentuk pondasi berdasarkan jenis tanah dasar

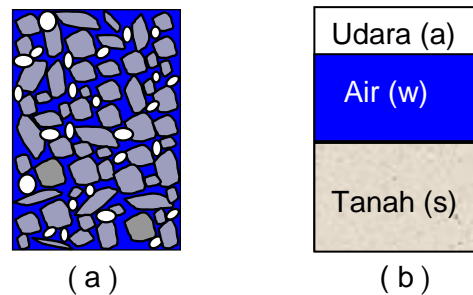
C. Uraian Materi

1. Bahan Bacaan 1 Tanah

Sebagai bagian paling bawah dari sebuah konstruksi, pondasi berfungsi untuk menahan beban yang bekerja diatasnya, untuk kemudian menyalurkannya ke tanah yang ada dibawahnya. Agar fungsi tersebut dapat dipenuhi, maka pondasi harus didirikan di atas tanah yang memiliki daya dukung lebih besar dari beban yang dipikul pondasi.

Untuk mendapatkan tanah dengan daya dukung seperti di atas, diperlukan serangkaian penyelidikan/pengujian. Salah satu bentuk dari pengujian tersebut adalah pengujian jenis tanah.

Dalam bidang teknik sipil, tanah didefinisikan sebagai kumpulan partikel-partikel mineral, atau bahan organis yang pada kondisi alam akan bercampur dengan air dan udara. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar di bawah ini.



Gambar 1..Tanah

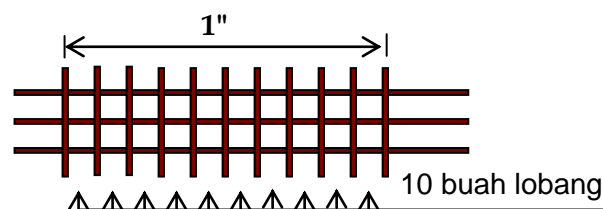
Bertolak dari definisi di atas, maka untuk memudahkan pemahaman tentang jenis tanah, tanah digambarkan dalam bentuk diagram fase seperti terlihat pada Gambar 1. b

Klasifikasi Tanah

Klasifikasi adalah upaya mengelompokkan tanah berdasarkan ukuran butir, batas cair, dan batas plastis, yang bertujuan untuk memberikan gambaran umum tentang sifat-sifat tanah.

Ukuran Butir

Pengukuran butiran tanah dilakukan melalui satu set saringan (analisis saringan), yang terdiri dari saringan : 3/4 inci; 3/8 inci dan saringan nomor: 4; 10; 20; 40; 60; 100 dan 200. Saringan 3/4 inci adalah saringan dengan ukuran lobang 3/4 inci, demikian pula dengan saringan 3/8 inci. Sedangkan saringan dengan nomor 10, adalah saringan yang jumlah lobang per incinya adalah 10 buah, demikian pula dengan nomor 20, 40 dan seterusnya.



Gambar 2. Saringan

Secara sederhana langkah-langkah dalam melakukan analisis saringan adalah sebagai berikut .

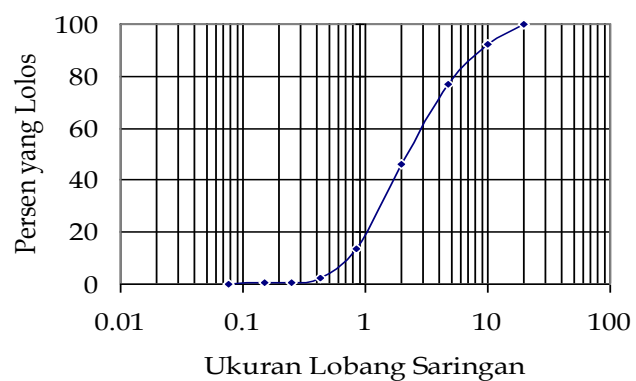
1. Ambil tanah yang telah kering oven sebanyak 500 gram.
2. Susun saringan secara berurutan mulai dari nomor 3/4"; 3/8 " ; 4; 10; 20; 40; 60; 100 dan 200.
3. Tanah pada langkah 1, kemudian disaring dengan saringan yang telah disusun pada langkah 2. (Penyaringan dapat dilakukan dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit).
4. Catat berat tanah yang tertinggal pada masing-masing saringan.
5. Misalkan hasil pencatatan tersebut adalah seperti yang tertera di kolom tiga pada tabel 10 di bawah ini.
6. Angka-angka pada kolom 4 , 5 dan 6, diperoleh dengan cara menghitungnya seperti berikut ini.
 - a. Berat tanah yang tertinggal di atas saringan 3/4" adalah 0 gram, (lihat kolom 3), sehingga jumlah berat di atasnya juga 0 gram (lihat kolom 4)
 - b. Berat tanah yang tertinggal di atas saringan 3/8" adalah 39.5 gram. Jumlah berat di atasnya adalah jumlah tanah yang tertinggal di atas saringan no.3/4", yang dalam hal ini adalah 0 gram, ditambah dengan jumlah tanah yang tertinggal di atas saringan 3/8" yang besarnya 39.5 gram. Jadi jumlah berat di atasnya adalah 0 gram + 39.5 gram = 39.5 gram (lihat tanda panah).
 - c. Berat tanah yang tertinggal di atas saringan nomor 4 adalah 77 gram. Jumlah berat di atasnya, adalah penjumlahan dari berat di atas saringan 3/8" , dengan berat di atas saringan no. 4 (lihat tanda panah), yang besarnya = 116.5 gram
 - d. Persentase tanah di atas saringan 3/8" dihitung seperti berikut ini:

$$\frac{39.5}{500} \times 100\% = 7.9\%$$
 Sedangkan yang lolos adalah 100 % - 7.9 % = 92.1 %. Demikian seterusnya, sampai semua kolom dan lajur terisi seperti pada tabel berikut

Tabel 10. Hasil Analisis Saringan

Saringan No.	Ukuran lubang ayakan (mm)	Berat tanah yang tertinggal di atas (gr)	Jumlah berat di atas saringan (gr)	Persen	
				Di atas	Lolos
1	2	3	4	5	6
3/4	20	0	0	0	100
3/8	10	39.5	39.5	7.9	92.1
4	4,75	77	116.5	23.3	76.7
10	2,00	152	268.5	53.7	46.3
20	0,85	163	431.5	86.3	13.7
40	0,425	56	487.5	97.5	2.5
60	0,25	10.5	498	99.6	0.4
100	0,150	0.5	498.5	99.7	0.3
200	0,075	0.5	499	99.8	0.2
Pan		1	500	100	0

Hasil analisis saringan ini (jumlah persen yang lolos) kemudian digambarkan pada kertas grafik semi logaritma, seperti pada Gambar 3



Gambar 3. Lengkung Gradasi

Kadar Air

Kadar air adalah perbandingan antara berat air yang dikandung oleh tanah dengan berat tanah kering oven yang dinyatakan dalam persen (%),

$$\text{atau } \omega = \frac{W_w}{W_s} 100 \% ; \text{ dalam hal ini } W_w = \text{berat air yang dikandung tanah}$$

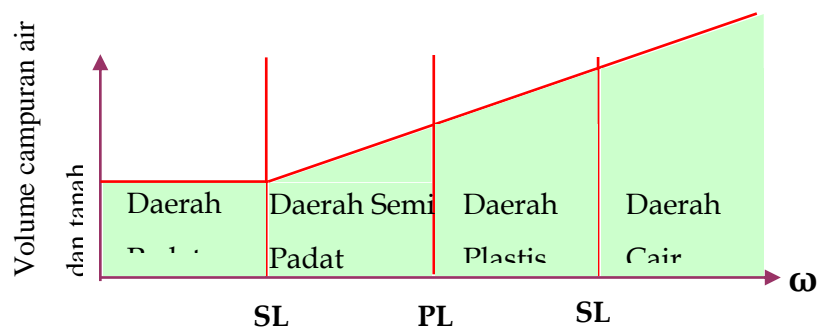
dan W_s = berat tanah kering oven

Batas- batas Konsistensi

Khusus untuk keperluan klasifikasi, batas-batas konsistensi yang juga dikenal sebagai *Atterberg's Limit*, adalah *liquid limit* (LL) dan *plastic limit* (PL), yang dapat dipahami melalui uraian berikut.

Jika tanah liat (lempung) diaduk dengan air dalam perbandingan 1 tanah : 4 air, akan terlihat bahwa adonan tersebut berada dalam keadaan cair. Selanjutnya, apabila adonan itu dikeringkan secara perlahan, maka akibat dari pengurangan kadar airnya, adonan tadi akan berubah dari cair ke plastis, seterusnya dari plastis ke semi padat, kemudian dari semi padat menjadi padat.

Melalui uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa berdasarkan kadar airnya, tanah dapat digolongkan kedalam empat kondisi, yaitu cair, plastis, semi padat dan padat. Apabila digambarkan dalam bentuk hubungan volume dan kadar air adalah seperti gambar berikut.



Gambar 4. Hubungan Volume Campuran Air dan Tanah Dengan Kadar Air

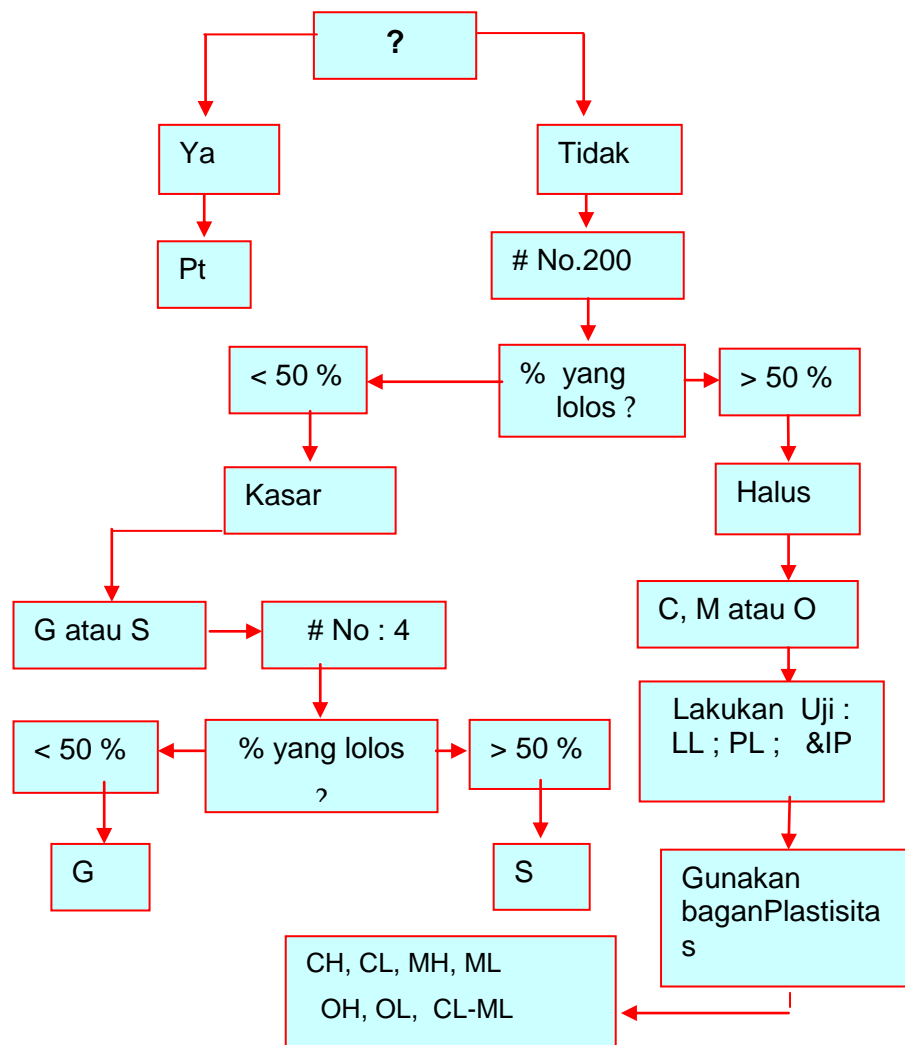
Berdasarkan Gambar 4, dapat disimpulkan bahwa *liquid limit* (LL) adalah nilai kadar air yang membatasi daerah cair dan plastis, sedangkan

plastic limit(PL), adalah nilai kadar air yang membatasi daerah plastis dan semi padat.

Sebagai nilai kadar air maka kedua batas tersebut juga dinyatakan dalam persen. Selanjutnya, selisih antara kedua nilai kadar ini disebut sebagai *plasticity index* (PI), atau $PI = LL - PL$

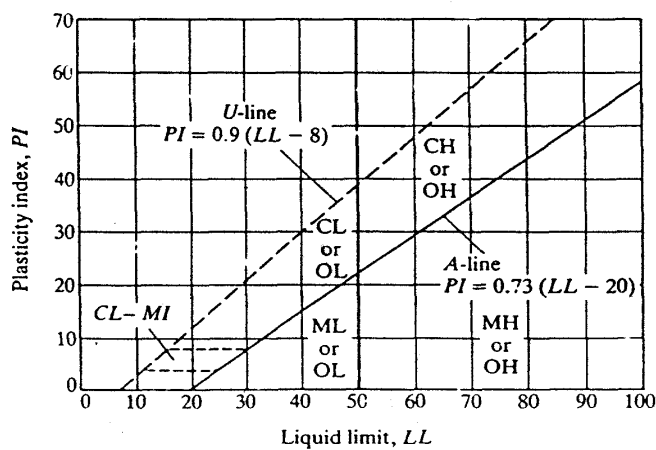
Klasifikasi Unified (USCS)

Pengklasifikasian tanah menurut sistem *unified* dimulai dengan: (perhatikan diagram alir berikut)



Gambar .5. Bagan Alir Klasifikasi USCS

1. Mengamati tanah, apakah terdiri dari sisa-sisa tumbuh-tumbuhan seperti: daun-daunan, ranting dan lain-lain serta memiliki bau yang kurang enak ? Jika jawabannya “ya” maka dapat dipastikan tanahnya adalah gambut, yang disimbolkan dengan Pt (Peat). Tetapi bila jawabannya “tidak”, maka tanah harus melewati analisis saringan.
2. Melalui analisis saringan, perhatikan persentase tanah yang lolos saringan (#) no 200. Jika yang lolos < 50 %, maka tanah adalah *tanah berbutir kasar*, tetapi jika yang lolos > 50 %, maka tanahnya adalah *tanah berbutir halus*(perhatikan contoh analisis saringan di atas, dalam hal ini tanahnya adalah tanah berbutir kasar, karena yang lolos saringan no. 200, adalah 0.2 % atau kecil dari 50 %).
3. Untuk tanah berbutir halus yang terdiri dari lempung (C atau Clay), lanau (M atau Mo) dan tanah organik (O), pekerjaan berikutnya adalah menguji/menentukan batas cair (LL); batas plastis (PL) dan menghitung IP (ingat $IP = LL - PL$)
4. Jika harga LL , PL dan IP sudah diperoleh, selanjutnya gunakan bagan plastisitas seperti berikut untuk mengetahui jenis tanahnya



Gambar 6. Bagan Plastisitas

Sumber : Das (1994)

5. Perhatikan garis yang menunjukkan angka 50 (yang di cetak tebal) pada sumbu *liquid limit (LL)*. Huruf C, M dan O, yang berada disebelah kanan garis tersebut, semuanya ditambah dengan huruf H (*height*)atau tinggi, sedangkan yang disebelah kirinya ditambah dengan huruf L (*low*) atau rendah. Notasi H atau L tersebut, menunjuk kepada batas cair tanah .

Misalkan CH, adalah lempung dengan batas cair tinggi, sebaliknya CL adalah lempung dengan batas cair rendah. Contoh lainnya : MH = Lempung dengan batas cair tinggi; ML = Lempung dengan batas cair rendah; OH = Tanah organik dengan batas cair tinggi

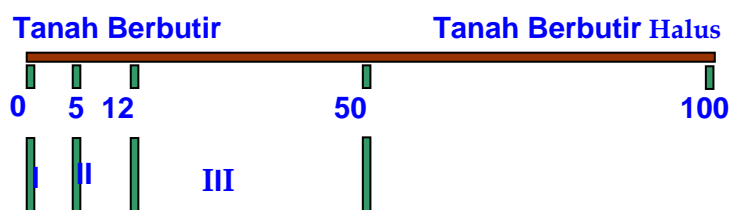
6. Selanjutnya perhatikan lagi bahwa bagan tersebut secara garis besar terdiri dari 5 (lima) daerah.

Daerah CL or OL, daerah ini berada disebelah kiri garis LL = 50, yaitu antara garis U pada bagian atas dengan garis A pada bagian bawahnya. Daerah CH or OH, daerah ini terletak disebelah kanan garis LL = 50, yaitu antara garis U pada bagian atas dengan garis A pada bagian bawahnya.

Daerah CL or OL, daerah ini berada dibawah daerah CH or OH. Daerah CL-ML, daerah ini berada disebelah kiri garis LL = 50. Daerah ini juga disebut sebagai daerah untuk tanah bersimbol ganda

7. Untuk tanah berbutir kasar (ingat bahwa tanah dikatakan berbutir kasar jika yang lolos saringan no. 200 < 50 %) yang terdiri dari G(gravel atau kerikil) dan S (Sand atau pasir), yang harus diperhatikan adalah tanah yang lolos saringan no. 4. Jika yang lolos saringan no. 4 < 50 %, maka tanahnya adalah G. Tetapi bila yang lolos saringan no. 4 > 50 %, maka tanahnya adalah S

8. Periksa kembali persentase tanah yang lolos dari saringan no. 200. Untuk lebih jelasnya, misalkan bahwa tanah yang lolos saringan no. 200 bergerak dari 0 s/d 100 % seperti pada grafik berikut :



Gambar 7. Persentase Tanah Yang Lolos # 200

9. Berdasarkan persentase tanah yang lolos pada saringan no. 200, terdapat tiga daerah yang dapat dijadikan dasar dalam pengklasifikasian.

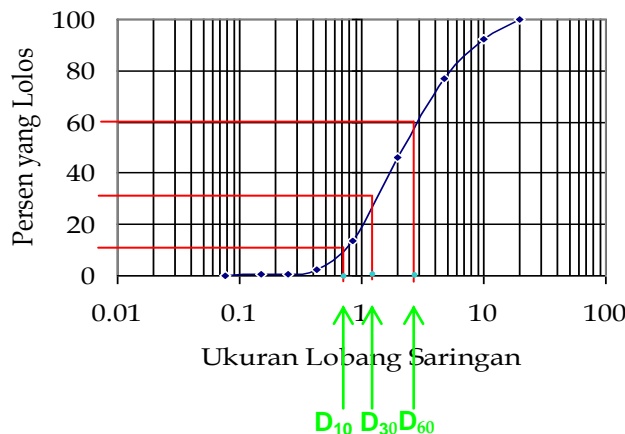
Daerah I

Untuk tanah yang lolos saringan no. 200 < 5 %, klasifikasi dilanjutkan dengan menghitung nilai Cu dan Cc

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} ; Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \cdot D_{10}} ; Cu = \text{koefisien keseragaman}$$

Cc = Koefisien kecekungan

Untuk penjelasan D₆₀; D₃₀; D₁₀, lihat kembali grafik hasil analisis saringan.



Gambar 8. Harga D₁₀; D₃₀ dan D₆₀

Pada grafik terlihat bahwa D₁₀ = 0.78 mm; maka dikatakan bahwa “10% dari berat butiran total berdiameter kurang dari 0.78 mm “. Dengan cara yang sama, D30 dan D60 dapat diberi makna.

Apabila harga Cc dan Cu telah diperoleh, maka hasil tersebut kemudian disesuaikan dengan batasan harga Cc dan Cu yang ada pada tabel berikut.

Tabel 11. Batasan Harga Cc dan Cu *)

Bahan	Cc	Cu
Pasir (S)	1-3	> 6
Kerikil (G)	1-3	> 4

*) Dimodifikasi dari Das, 1994

Untuk tanah dengan harga Cc dan Cu yang memenuhi batasan di atas, di belakang simbolnya ditambahkan huruf W (*well graded*), dan sebaliknya bagi tanah yang tidak memenuhi batasan tersebut, di belakang simbolnya ditambahkan huruf P (*poorly graded*)

Daerah II.

Jika yang lolos saringan no. 200, bergerak antara 5% -12%. Untuk keadaan ini, di samping menghitung nilai Cu dan Cc seperti yang dilakukan pada daerah I, maka harga LL dan PL juga harus ditentukan. Untuk daerah ini secara umum tanahnya akan bersimbol ganda.

Daerah III

Jika yang lolos saringan no. 200 > 12 %.

Untuk keadaan ini cukup melakukan pengujian LL dan PL saja.

2. Bahan Bacaan 2**Klasifikasi AASHTO**

Berbeda dengan sistem *UNIFIED*, pada sistem *AASHTO*, simbol tanah ditandai dengan huruf A, mulai dari A-1 sd A-7, untuk lebih jelasnya perhatikan tabel berikut. Di samping perbedaan simbol, pada sistem ini, yang dikatakan dengan tanah berbutir kasar adalah tanah yang lolos $\leq 35\%$ pada saringan no 200. Sedangkan tanah berbutir halus, adalah yang lolos $> 35\%$ pada saringan no. 200.

Tabel 12. Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO

Klasifikasi Umum	Tanah Berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos saringan no. 200)							Tanah lempung –lanau (lebih 35% dari keseluruhan contoh lolos saringan no. 200)			
	A-1			A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 ^a A-7-6 ^b
Klasifikasi Kelompok	A-1-a	A- 1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Analisis saringan											
(% lolos)											
No. 10	50 max										
No. 40	30 max	50 max	51 min								
No. 200	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 min	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min
Untuk fraksi yang lolos											
No. 40											
Batas cair (<i>LL</i>)				40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min	40	41 min
Indek Plastis (PI)	<i>max.6</i>	NP	10 max	10 max	11 min	11 min	10 max	10 max	11 min	11 min	
Jenis bahan	Batu,kerikil dan pasir	Pasir Halus	Kerikil atau pasir berlanau berlemp[ung				Tanah berlanau berlempung				
Kepantasannya sebagai Subgrade	Baik sampai baik sekali				Jelek ke biasa						

Sumber: Das,1994. ^aJika $IP \leq LL-30$, tanahnya adalah A-7-5

^bJika $Ip > LL-30$, tanahnya adalah A-7-6

Langkah-langkah Klasifikasi :

1. Mengamati tanah, apakah terdiri dari sisa-sisa tumbuh- tumbuhan seperti: daun- daunan , ranting dan lain-lain serta memiliki bau yang kurang enak ? Jika jawabannya “ya” maka dapat dipastikan tanahnya adalah gambut , yang disimbolkan dengan A-8. Tetapi bila jawabannya “ tidak “, maka tanah harus melewati analisis saringan dan pengujian batas-batas konsistensi,
2. Hasil analisis saringan dan pengujian batas-batas konsistensi yang diperoleh pada langkah satu, kemudian disesuaikan dengan angka-angka yang ada pada tabel AASHTO.
3. Pekerjaan berikutnya adalah menghitung *Indek Kelompok (GI)* dengan rumus berikut:

$$GI = (F_{200}-35) [0,2 + 0,005(LL - 40)] + 0,01(F_{200} - 15)(PI - 10)$$

Dimana :

F200 = Persentase tanah yang lolos saringan no. 200

LL = Batas cair ; PI= Indek Plastis

3. Bahan Bacaan 3

Pondasi

Secara garis besar, pondasi terdiri dari pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi dangkal sering juga disebut dengan pondasi langsung, sedangkan pondasi dalam disebut sebagai pondasi tidak langsung. Pondasi langsung adalah pondasi yang langsung terletak di atastanah keras. Pada sisi lain, pondasi tidak langsung adalah pondasi yang terletak di atassuatu rangkaian yang menghubungkannya dengan lapisan tanah keras.

Menurut Ravishankar (2015), tanah berbutir kasar seperti GW, GP, GM, GC, adalah jenis tanah yang paling baik digunakan sebagai tempat mendirikan pondasi, terlebih lagi setelah tanah ini dikeringkan. Sedangkan untuk tanah berbutir halus seperti lempung (C) dan lanau (M) dengan batas cair rendah dan tinggi, sebaiknya dipadatkan terlebih dahulu sebelum dipakai. Pada sisi lain, tanah organik dan tanah sangat organik seperti gambut, karena mengandung daun, rumput, dan cabang-cabang pohon, termasuk ke dalam jenis tanah yang tidak sesuai sebagai tempat mendirikan pondasi.

Rincian yang lebih jelas tentang jenis pondasi menurut jenis tanahnya, adalah yang diberikan oleh Khan (2015), seperti yang tampak pada tabel berikut.

Tabel 13. Jenis Pondasi Menurut Jenis Tanah.

No	Jenis Tanah	Jenis Pondasi
1	Pasir dan kerikil atau pasir dan kerikil bercampur lempung dan pasir berlanau	Pondasi dangkal, seperti pondasi lajur dan pondasi persegi
2	Lempung lunak, lempung berlanau	Pondasi Lajur hingga lebar 1 m, atau pondasi rakit
3	Gambut	Tiang pancang dan tiang bor
4	Deposit dalam pasir longgar	Pondasi rakit dan Tiang bor,

Sumber : Khan (2015)

D. Aktivitas Pembelajaran

Sama seperti aktivitas pembelajaran sebelumnya, titik berat aktivitas pembelajaran untuk modul ini adalah diskusi. Sehubungan dengan hal tersebut, maka sebelumnya mendiskusikan materi yang telah disediakan, peserta diklat diminta untuk membentuk kelompok dengan ketentuan sebagai berikut.

1. Setiap kelompok belajar terdiri dari 3- 4 orang peserta.
2. Memilih ketua, sekretaris dan anggota kelompok.
3. Membuat kesepakatan bahwa semua anggota kelompok harus berperan aktif, dan mempersiapkan diri dengan cara membaca terlebih dahulu materi pelajaran yang akan didiskusikan.

Aktivitas

1. Semua anggota kelompok diminta untuk memperhatikan Gambar 5, kemudian mendiskusikan dan menuliskan narasi dari gambar tersebut dengan kata-kata sendiri pada LK 004

2. Diskusikan apa yang dimaksud dengan Batas Cair, Batas Plastis dan Indek Plastis, selanjutnya tuliskan hasil diskusi kelompok saudara pada LK 004. (Kelompok saudara mungkin butuh sumber lain. Untuk keperluan tersebut dapat dibaca pada buku Mekanika Tanah Jilid 1, Braja, M. Das, halaman 43-50).
3. Data pada tabel berikut adalah hasil analisis saringan, perhitungan C_c dan C_u serta pengujian LL dan PL, yang dilakukan terhadap tiga jenis tanah (tanah A, B dan C). Kelompok saudara diminta melakukan diskusi untuk mengklasifikasikan ketiga jenis tanah menurut sistem USCS. Selanjutnya, dengan mengacu kepada Tabel 13, tentukan jenis pondasi untuk masing-masing tanah tersebut. Cantumkan hasilnya pada LK 005.

Saringan no:	Perentase lolos saringan untuk tanah		
	A	B	C
4	42	100	90
10	49	90	86
20	45	88	77
40	53	80	44
60	24	79	61
100	12	60	58
200	6	55	52
LL	40	60	70
PL	20	40	35
C_c	2	-	
C_u	7	-	
LL not Oven dry /LL oven dry	-	60	80

4. Diskusikan apakah jenis tanah dengan data berikut menurut sistem klasifikasi AASHTO.

Lolos saringan no:

10 : 45 %
 40 : 40 %
 200 : 30 %
 LL : 35 %
 PI : 9 %

E. Latihan

1. Pada pengujian yang dilakukan terhadap suatu jenis tanah, diperoleh data $LL = 60\%$; $PL = 40\%$; Tentukan jenis tanah tersebut menurut sistem USCS
2. Tentukan jenis tanah dengan data $LL = 40\%$; $PL = 15\%$.Gunakan sistem USCS
3. Hasil analisis saringan, perhitungan C_c dan C_u serta pengujian LL dan PL , yang dilakukan terhadap tiga jenis tanah menghasilkan data seperti berikut. Klasifikasikan ketiga jenis tanah menurut system USCS

Saringan no:	Perentase lolos saringan untuk tanah		
	I	II	III
4	55	40	60
10	60	36	56
20	40	27	47
40	53	34	50
60	24	21	32
100	12	18	31
200	3	10	20
C_c	2	2	-
C_u	7	2	-
LL	-	40 %	40 %
PL	-	15%	15%

4. Klasifikasikan tanah dengan data berikut menurut sistem klasifikasi AASHTO.

Lolos saringan no:

10 : 45 %

40 : 40 %

200 : 30 %

LL : 35 %

PI : 9 %

F. Rangkuman

Pengklasifikasian tanah, yang bertujuan untuk mengetahui jenis dan sifat-sifat teknis tanah dapat dibedakan atas: Klasifikasi Unified dan AASTHO.

Dalam klasifikasi Unified, terdapat ketentuan sebagai berikut.

1. Tanah berbutir halus adalah tanah yang lebih dari 50 % lolos saringan nomor 200, tanah ini terdiri dari lempung (C), lanau (M) dan tanah organik (O)
2. Tanah berbutir kasar adalah tanah yang kurang dari 50 % lolos saringan nomor 200. Tanah kelompok ini terdiri dari kerikil (G) dan pasir (S)
3. Kerikil (G) adalah tanah yang kurang dari 50% lolos saringan nomor 4
4. Pasir adalah tanah yang lebih dari 50% lolos saringan nomor 4
5. Gambut (Pt) adalah tanah berserat, yang berasal dari pelapukan tumbuh-tumbuhan

Pada klasifikasi AASHTO, terdapat ketentuan yang berbeda dengan klasifikasi Unified, pada klasifikasi AASTHO, ketentuannya adalah seperti berikut

1. Tanah berbutir kasar adalah tanah yang lolos $\leq 35\%$ pada saringan no 200. Sedangkan tanah berbutir halus, adalah yang lolos $> 35\%$ pada saringan no. 200.
2. Dalam sistem AASTHO, tanah dikelompokkan mulai dari kelompok A1-A7.

Terkait dengan jenis pondasi yang sesuai untuk masing-masing jenis tanah, dapat dipedomani pada tabel berikut.

No	Jenis Tanah	Jenis Pondasi
1	Pasirdankerikil ataupasirdankerikilbercampur lempung dan pasirberlanau	Pondasi dangkal, seperti pondasi lajur danpondasi persegi
2	Lempunglunak, lempung berlanau	Pondasi Lajurhingga lebar 1 m, atau pondasi rakit
3	Gambut	Tiang pancang dan tiang bor
4	Depositdalam pasir longgar	Pondasi rakit dan Tiang bor,

G. Umpan Balik/Tindak Lanjut

Mengklasifikasikan tanah bukanlah hal yang mudah. Tanpa adanya praktikum, dapat dipahami bahwa apa yang telah saudara pelajari akan

cepat terlupakan. Sehubungan dengan hal tersebut, ke depan saudara diminta untuk mengamati berbagai praktikum yang terkait dengan pengklasifikasian tanah, khususnya pada institusi di mana saudara bertugas.

Disamping hal tersebut, pengamatan terhadap pemasangan pondasi, juga dipercaya dapat menambah wawasan saudara tentang pemilihan jenis pondasi terkait dengan jenis tanah dasar.

LEMBARAN KERJA	No : 004
MATERI	TANAH dan PONDASI

NARASI GAMBAR 5.

Definisi: Batas Cair (Liquid Limit/LL)

Batas Plastis (Plastic Limit/PL)

Indek Platis (Plasticity Indek/PI)

LEMBARAN KERJA	No : 005
MATERI	TANAH dan PONDASI

Hasil Diskusi Tentang Klasifikasi Tanah USCS

Tanah A; Lolos # 200 =

Pondasi untuk tanah A adalah

Tanah B; Lolos # 200 =

Pondasi untuk tanah B adalah

Tanah C; Lolos # 200=

Pondasi untuk Tanah C adalah

Hasil Diskusi Tentang Klasifikasi AASHTO

Kegiatan Pembelajaran 3

Alat dan Bahan Pondasi Batu Kali/Gunung dan Bata

A. Tujuan

Setelah mempelajari materi berikut peserta dapat:

Memeriksa bahan dan alat serta adukan untuk pemasangan pondasi batu kali/batu gunung serta batu bata sesuai dengan SNI

B. Indikator

1. Mampu mengidentifikasi alat untuk pemasangan pondasi batu kali/batu gunung serta bata
2. Mengidentifikasi bahan untuk pemasangan pondasi batu kali/batu gunung serta bata
3. Menguji kadar lumpur pasir
4. Menguji kadar organik pasir
5. Menguji kesesuaian ukuran bata

C. Uraian Materi

1. Bahan Bacaan 1

Peralatan Untuk Memasang Pondasi Dangkal

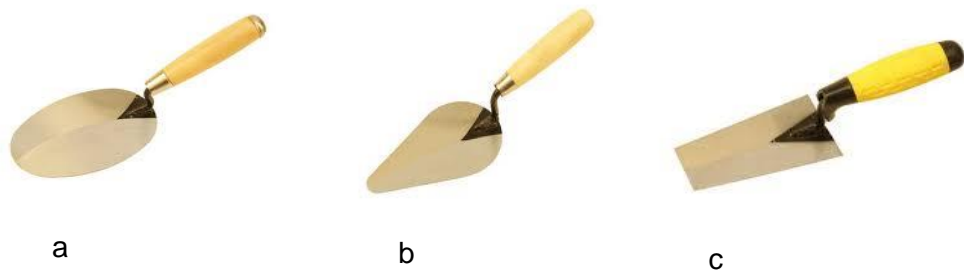
Pondasi dangkal adalah pondasi dengan kedalaman (D_f) sama atau lebih kecil dari ukuran lebarnya. Pondasi ini terdiri dari berbagai bentuk atau jenis, di antaranya adalah pondasi batu kali/batu gunung atau batu bata, yang dipergunakan untuk bangunan sederhana, atau rumah tinggal satu lantai. Pondasi batu ini bisa berupa pondasi setempat maupun pondasi jalur, yang penggunaannya menyesuaikan dengan desain atau perencanaan..

Peralatan untuk memasang pondasi dangkal yang terbuat dari batu kali/batu pecah, batu gunung atau bata, antara lain terdiri dari: 1) sendok spesi, 2) pahat batu, 3) palu pemotong, 4) waterpass, 5) sekop, 6) cangkul, 7) gerobak dorong dan 8) kotak spesi.

1. Sendok Spesi

Sendok spesi atau sendok semen merupakan alat utama pada pemasangan pondasi batu kali/batu gunung serta bata. Di pasaran dapat dijumpai beberapa bentuk dan ukuran sendok semen. Dari sisi bentuk terdapat tiga macam bentuk sendok semen, bulat, persegi dan trapesium. Ukurannya juga bervariasi, ukuran panjang berkisar antara 9-12 inci, ukuran lebar antara 4-7 inci. Sendok semen yang bagus terbuat dari baja yang ditempa, sehingga dapat bertahan lebih lama. Pegangan umumnya terbuat dari plastik atau kayu.

Sendok semen yang berukuran besar digunakan untuk menyebarkan mortar/spesi, sedangkan yang lebih kecil digunakan untuk merapikan pasangan atau untuk menggores/membuang kelebihan mortar.



Gambar 9. Sendok Semen

2. Pahat Batu

Pahat batu umumnya digunakan untuk membelah/memotong batu yang ukurannya lebih besar dari 20 cm, atau untuk memotong beberapa lapisan bata. Pahat ini terbuat dari baja, serta memiliki berbagai bentuk dan ukuran.



Gambar 10. Pahat Batu

3. Palu Pemotong

Pada kondisi tertentu, ukuran bata perlu disesuaikan dengan ruang yang tersedia, karenanya batu perlu dipotong. Untuk keperluan ini dipergunakan palu pemotong bata. Salah satu ujungnya persegi datar yang digunakan seperti halnya palu. Ujung lainnya lainnyatajam, seperti pahat kecil. Pahat ini digunakan untuk membuat garis pemotong di atas atau sisi bata yang akan dipotong.



Gambar 11. Palu Pemotong

4. Waterpass

Setelah sendok semen, waterpas adalah alat kedua utama kedua dalam memasang pondasi. Waterpass yang baik adalah yang ringan dan benar-benar lurus, serta memiliki penyipat datar yang mengandung alkohol minyak, karena alkohol lebih akurat.

Waterpas berfungsi untuk menjaga ke dataran ataupun kelurusan pasangan. Waterpass yang baik biasanya memiliki 6 botol penyipat datar, dua di tengah, dan dua di setiap ujungnya. Gelembung udara yang terdapat di dalam alkohol harus terletak di antara dua garis merah atau hitam.



Gambar 12. Waterpass

5. Benang

Pada pemasangan pondasi, benang berfungsi sebagai acuan untuk mendapatkan kelurusan, keserasian dan keseragaman ukuran.



Gambar 13. Benang

6. Sekop

Sekop adalah alat yang dipergunakan untuk mengangkat/memindahkan pasir. Sekop juga dapat dipakai untuk alat pengaduk spesi



Gambar 14. Sekop

7. Cangkul

Cangkul biasanya digunakan untuk mengaduk spesi, atau untuk menggali tanah yang tidak terlalu keras.



Gambar 15. Cangkul

8. Gerobak Dorong

Gerobak dorong seperti yang tampak pada gambar, pada pemasangan pondasi biasanya dipakai sebagai alat pengangkut spesi, batu bata atau batu kali/batu pecah dari tempat pengadukan/gudang ke lokasi pemasangan pondasi



Gambar 16. Gerobak Dorong

9. Kotak Spesi

Kotak spesi ada yang dibuat dari papan, seng/logam ataupun plastik. Fungsi kotak ini adalah sebagai wadah atau tempat spesi yang akan digunakan dalam pemasangan pondasi



Gambar 17. Kotak Spesi

Di samping peralatan seperti yang telah dikemukakan di atas, pada pemasangan pondasi juga dapat dijumpai slang plastik yang berfungsi sebagai alat pengukur kedataran, ember plastik yang dipakai sebagai tempat spesi dan paku yang dipergunakan sebagai tempat mengikatkatkan benang.

2. Bahan Bacaan 2

Bahan Untuk Pemasangan Pondasi Dangkal

Sesuai dengan jenis pondasinya, maka di samping pasir, semen dan air, pada pemasangan pondasi juga dipergunakan batu kali/batu gunung serta batu bata, sebagai bahan pasangan.

1. Pasir

Pasir yang dipakai untuk pemasangan pondasi adalah pasir pasang, atau pasir yang juga biasa dipergunakan untuk pemasangan dinding bata, batako ataupun plesteran. Dengan persyaratan bahwa pasir tersebut terdiri dari butiran yang tajam dan keras dengan indek kekerasan 2,2. Di samping itu, pasir juga tidak diperkenankan untuk mengandung lumpur lebih dari 5%, dan mengandung bahan organik melebihi standar warna yang telah ditentukan.

a. Pengujian Kadar Lumpur

Pengujian kadar lumpur yang paling sederhana dapat dilakukan dengan cara menggenggam pasir, kemudian melepaskan genggam tersebut. Jika ternyata masih banyak pasir yang lengket ditangan, maka pasir tersebut diduga mengandung lumpur yang banyak dan kurang layak digunakan.

Untuk memperoleh hasil yang lebih akurat, pengujian kadar lumpur sebaiknya dilakukan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI), dengan langkah-langkah sebagai berikut.

- 1) Masukkan pasir ke dalam gelas ukur.
- 2) Tambahkan air pada gelas ukur yang telah berisi pasir guna melarutkan lumpur.
- 3) Kocok gelas ukur agar lumpur terpisah dari pasir..
- 4) Simpan gelas pada tempat yang datar dan biarkan lumpur mengendap
- 5) Setelah 24 jam, ukur tinggi pasir (V_1) dan tinggi lumpur (V_2).

- 6) Hitung kadar lumpur dengan rumus $\frac{V_1}{V_1 + V_2} \times 100\%$

b. Pengujian Kadar Organik

Sama seperti pengujian kadar lumpur, pengujian sederhana juga dapat dilakukan untuk mengetahui kadar organik dari pasir. Caranya adalah dengan memanasi pasir. Jika pasir yang dipanasi tersebut menimbulkan bau yang tidak enak/menyengat, dapat diduga bahwa pasir tersebut mengandung bahan organik, dan kurang baik dipakai sebagai pasir pasang.

Pengujian kadar lumpur sebaiknya dilakukan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2816-1992), dengan langkah-langkah sebagai berikut.

- 1) Masukkan benda uji kedalam botol gelas sampai mencapai garis skala 130 ml;
- 2) Tambahkan larutan (3% NaOH+97% air) dan dikocok sampai volume mencapai 200 ml;
- 3) Tutup botol; kocok kuat-kuat, kemudian di diamkan selama 24 jam;
- 4) Warna standar dapat menggunakan larutan standar; Place No 3
- 5) Jika warna larutan benda uji lebih gelap dari warna larutan standar atau menunjukkan warna standar lebih besar dari No. 3, maka kemungkinan mengandung bahan organik yang tidak di izinkan untuk bahan campuran mortar atau beton

2. Batu Kali

Batu kali yang dalam modul ini digolongkan sebagai batu alam, menurut SNI 03-6861.1-2002, didefinisikan sebagai berikut.

- a. Batu alam adalah gabungan kristal mineral yang menyatu dan memadat sampai derajat kekerasan tertentu, terbentuk secara alamiah melalui proses pelelehan, pembekuan, pengendapan dan proses alamiah lainnya.
- b. Batu pondasi adalah batu alam dalam bentuk butiran asli atau dipecah sehingga memiliki ukuran cukup besar untuk dipakai pada pembuatan pondasi

Tabel. 14 Syarat Mutu Batu Alam Untuk Bahan Bangunan

Sifat-sifat	Batu Alam Untuk		
	Pondasi Bangunan		
	Berat	Sedang	Ringan
Kuat Tekan Rata-rata Minimum, kg/cm^2	1500	1000	800
Ketahanan Hancur Rudellof			
a. indek minimum	-	-	-
b. bagian tembus 2 mm, minimum %	-	-	-
Ketahanan geser Los Angeles, bagian tembus 1,7 mm maksimum %	27	40	50
Ketahanan Aus Gesekan Dengan Bauschinger mm/menit maksimum	-	-	-
Penyerapan air maksimum	5	5	8
Kekekalan bentuk dengan Na_2SO_4 ,			
a. Hancur maksimum %	12	12	12
b. Retak pecah/cacat			

Sumber: Modifikasi dari SNI 03-6861.1-2002

3. Batu Bata

Menurut SNI 03-6861.1-2002 “bata merah pejal adalah bata yang dibuat dari tanah liat dengan atau tanpa campuran bahan lainnya, yang dibakar pada suhu yang cukup tinggi hingga tidak hancur bila direndam dalam air, dan mempunyai luas penampang lubang kurang dari 15 dari luas potongan datarnya”.

Sebagai bahan bangunan, bata merah memiliki ukuran standar seperti berikut ini.

Tabel 15. Ukuran Bata Merah Pejal Standar

Modul	Ukuran, mm		
	Tebal	Lebar	Panjang
M – 5a	65	90	190
M – 5b	65	140	190
M - 6	55	110	130

Sumber: SNI 03-6861.1-2002

Tabel 16. Penyimpangan Dari Ukuran Standar

Kelas	Kelas M-5a & M-5b			Kelas M-6		
	Tebal	Lebar	Panjang	Tebal	Lebar	Panjang
25	2	3	5	2	3	5
50	2	3	5	2	3	5
100	2	3	4	2	3	4
150	2	2	4	2	2	4
200	2	2	4	2	2	4
250	2	2	4	2	2	4

Sumber: SNI 03-6861.1-2002

4. Semen

Secara umum, semen yang diperjualbelikan dipasaran adalah semen yang telah memenuhi persyaratan SNI. Khusus untuk semen yang dipergunakan secara umum, termasuk untuk pasangan adalah *Portland Pozzolan Cement* (PPC).

5. Campuran Mortar/Spesi

Untuk pasangan pondasi batukali/gunung dan bata, dipergunakan campuran 1 semen:4 pasir, atau 1 semen:5 pasir. Sementara pada jarak 20 cm, diukur dari sisi atas pasangan, dipergunakan campuran 1 semen : 2 pasir, atau 1 semen: 3 pasir, yang berfungsi sebagai lapisan kedap air.

D. Aktivitas Pembelajaran

Sebelum mendiskusikan materi yang telah disediakan, peserta diklat diminta untuk membentuk kelompok dengan ketentuan sebagai berikut.

1. Setiap kelompok belajar terdiri dari 3- 4 orang peserta.

2. Memilih ketua, sekretaris dan anggota kelompok.
3. Membuat kesepakatan bahwa semua anggota kelompok harus berperan aktif, dan mempersiapkan diri dengan cara membaca terlebih dahulu materi pelajaran yang akan didiskusikan.

Aktivitas

1. Indonesia adalah daerah yang memiliki beragam budaya dan bahasa. Sehubungan dengan hal tersebut, kelompok saudara diminta untuk melakukan diskusi, apakah di daerah saudara peralatan untuk memasang pondasi juga memiliki nama yang sama seperti di atas? Jika ada yang berbeda, tuliskan namanya dalam bahasa daerah saudara pada LK 006.
2. Seandainya saudara bekerja jauh di pedalaman, di mana tidak ada laboratorium yang dapat dipakai untuk menguji kadar lumpur dari pasir, coba saudara diskusikan bagaimana caranya agar kelompok saudara tetap dapat melakukan pengujian kadar lumpur pasir. Tuliskan hasil diskusi kelompok saudara pada LK 006.
3. Sama dengan kondisi aktivitas pembelajaran no 1, tetapi untuk pengujian kadar organik. Hasil diskusi dicantumkan pada LK 006.
4. Masing-masing anggota kelompok diminta untuk menyiapkan tiga buah batu bata perorang. Upayakan agar batu bata tersebut berasal dari daerah yang berbeda. Selanjutnya lakukan pengukuran terhadap tinggi, lebar dan panjang dari batu bata tersebut. Kemudian bandingkan hasilnya dengan yang tertera pada Tabel 15.

E. Latihan

1. Alat yang dipergunakan untuk memotong batu bata adalah:
 - a. Sendok semen
 - b. Pahat batu
 - c. Palu pemotong
 - d. Palu pemecah
2. Jelaskan pengujian apa sajakah yang perlu dilakukan terhadap pasir ?

F. Rangkuman

Pada pemasangan pondasi dangkal yang terbuat dari batu kali/batu pecah, atau bata, antara lain terdiri dari: 1) sendok spesi, 2) pahat batu, 3) palu pemotong, 4) water pass, 5) sekop, 6) cangkul, 7) gerobak dorong dan 8) kotak spesi

Pasir yang dipakai untuk pemasangan pondasi adalah pasir pasang, atau pasir yang juga biasa dipergunakan untuk pemasangan dinding bata, batako ataupun plesteran. Dengan persyaratan bahwa pasir tersebut terdiri dari butiran yang tajam dan keras dengan indek kekerasan 2,2. Di samping itu, pasir juga tidak diperkenankan untuk mengandung lumpur lebih dari 5%, dan mengundung bahan organik melebihi standar warna yang telah ditentukan

Batu kali yang dalam modul ini digolongkan sebagai batu alam, menurut SNI 03-6861.1-2002, didefinisikan sebagai berikut.

- a. Batu alam adalah gabungan kristal mineral yang menyatu dan memadat sampai derajat kekerasan tertentu, terbentuk secara alamiah melalui proses pelelehan, pembekuan, pengendapan dan proses alamiah lainnya.
- b. Batu pondasi adalah batu alam dalam bentuk butiran asli atau dipecah sehingga memiliki ukuran cukup besar untuk dipakai pada pembuatan pondasi

Menurut SNI 03-6861.1-2002 "bata merah pejal adalah bata yang dibuat dari tanah liat dengan atau tanpa campuran bahan lainnya, yang dibakar pada suhu yang cukup tinggi hingga tidak hancur bila direndam dalam air, dan mempunyai luas penampang lubang kurang dari 15 dari luas potongan datarnya

G. Umpan Balik/Tindak lanjut

Untuk kawan-kawan yang sudah berkecimpung lama dengan kerja batu dan beton, pengetahuan tentang alat dan bahan untuk pemasangan pondasi dangkal, khususnya pondasi batu kali/gunung ataupun pondasi batu bata, bukanlah sesuatu yang baru. Namun demikian, masih dijumpai bahwa

pemakaian alat tidak sesuai dengan fungsinya. Misalnya pada pemotongan bata yang dilakukan dengan memakai sendok semen. Demikian pula dengan pemakaian bahan, sering terlihat bahwa pasir yang digunakan sebenarnya tidak memenuhi syarat. Pembuatan spesi juga sering dilakukan tanpa perbandingan yang benar. Alasan utama yang menjadi dasar penyimpangan adalah pengalaman. Ke depan, khususnya dalam proses pembelajaran, penyimpangan-penyimpangan tersebut harusnya dapat ditiadakan

LEMBARAN KERJA	No : 006
MATERI	ALAT dan BAHAN PONDASI BT KALI

Aktivitas 1

No	Nama Alat	Nama Alat Di Daerah
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

Aktivitas 2

Pengujian Kadar Lumpur Pasir

Aktivitas 3

Pengujian Kadar Organik Pasir

Aktivitas 4

Hasil Pengukuran Batu Bata

Batu Bata 1	Tinggi (cm)	Lebar (cm)	Panjang
Batu Bata 2			
Batu Bata 3			
Batu Bata 4			
Batu Bata 5			
Batu Bata 6			

Batu Bata 7			
Batu Bata 8			
Batu Bata 9			

Kegiatan Pembelajaran 4

Saluran dan Tembok Penahan

A. Tujuan

Setelah mempelajari materi Saluran dan Tembok Penahan, peserta dapat

1. Menjelaskan prosedur pemasangan tembok penahan tanah dan saluran sesuai dengan gambar kerja
2. Menganalisis bentuk tembok penahan tanah dan saluran untuk pekerjaan konstruksi batu dan beton sesuai dengan gambar kerja

B. Indikator

1. Mampu memasang profil pemasangan tembok saluran
2. Mampu memasang profil pemasangan tembok penahan
3. Mampu menetapkan dimensi saluran
4. Mampu menetapkan dimensi tembok penahan

C. Uraian Materi

1. Bahan Bacaan 1

Saluran

Secara umum Indonesia memiliki dua musim, yaitu musim kemarau dan musim hujan. Kedua musim ini, membawa dampak yang berbeda terhadap hidup dan kehidupan masyarakat. Musim kemarau yang disertai dengan kabut asap, seperti yang terjadi pada tahun-tahun belakangan ini, tidak hanya menurunkan kualitas udara, tetapi juga mengganggu kesehatan, serta menimbulkan kerugian pada berbagai sektor, seperti sektor bisnis, penerbangan dan pariwisata. Sedangkan pada musim hujan, persoalannya adalah banjir dan tanah longsor, yang terjadi karena berkurangnya lahan tadah hujan sebagai akibat penggundulan hutan.

Untuk daerah perkotaan, banjir juga terjadi karena berkurangnya lahan tadah hujan, sebagai akibat dari maraknya pembangunan fisik. Hal lain yang juga turut memicu banjir, adalah karena kurang optimalnya perencanaan saluran drainase. Terkait dengan perencanaan drainase, terutama mengenai saluran air yang merupakan salah satu bidang

garapan teknik sipil, sudah seharusnya dipahami dan dapat dilaksanakan oleh mahasiswa teknik sipil

Saluran air sebagai alur tempat aliran air yang sengaja dibuat oleh manusia, dalam hal pengaliran airnya, secara umum adalah aliran tetap (*steady flow*). Sedangkan jenis salurannya dapat digunakan saluran tertutup atau terbuka.

Untuk mendimensi saluran, khususnya saluran drainase perkotaan, menurut Lawalata, dipergunakan rumus dan langkah-langkah sebagai berikut :

a. Rumus : $Q = \frac{1}{3.6} C \times I \times A$

dengan pengertian

Q = debit aliran air (m³/detik)

C = koefisien pengaliran rata-rata dari harga C₁; C₂; C₃

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

A= luas daerah pengaliran (km²) terdiri atas A1, A2, A3

b. Menentukan luas daerah (A)

c. Menghitung koefisien pengaliran (C) dan fk.

Tabel 17 Harga Koefisien Pengaliran (C) dan Harga Faktor Limpasan (fk)

No	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisienp Pengaliran (c)	Faktor Limpasan (fk)
1	Jalan beton & jalan aspal	0,70 - 0,95	-
2	Jalan kerikil & jalan tanah	0,40 - 0,70	-
3	Bahu Jalan		
	Tanah berbutir halus	0,40 – 0.60	
	Tanah berbutir kasar	0,10 - 0,20	
	Tanah masif keras	0,70 - 0,85	
	Tanah masif lunak	0,60 - 0,75	
	TATA GUNA LAHAN		
1	Daerah perkotaan	0,70 - 0,95	2.0
2	Daerah pinggir kota	0,60 - 0,70	1.5
3	Daerah industri	0,60 - 0,90	1.2
4	Permukiman padat	0,40 - 0,60	2
5	Permukiman tidak padat	0,40 - 0,60	1.5
6	Taman dan kebun	0,20 - 0,40	0.2
7	Persawahan	0,45 - 0,60	0.5
8	Perbukitan	0,70 - 0,80	0.4
9	Pegunungan	0,75 - 0,90	0.3

Sumber : Departemen PU, 2006

Keterangan:

Harga koefisien pengaliran (C) untuk daerah datar diambil nilai C yang terkecil dan untuk daerah lereng diambil nilai C yang besar.

Harga faktor limpasan (fk) hanya digunakan untuk guna lahan sekitar saluran selain bagian jalan.

Selanjutnya Departemen PU, 2006, juga menyarankan bahwa untuk daerah pengaliran atau daerah layanan yang terdiri dari beberapa tipe kondisi permukaan dengan nilai C yang berbeda. Harga C rata-rata ditentukan dengan persamaan berikut:

$$C = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + C_3 \cdot A_3 \cdot fk^3}{A_1 + A_2 + A_3}$$

C1, C2, C3 koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan

A1, A2, A3 luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan

fk = faktor limpasan sesuai guna lahan (lihat Tabel 17)

d. Menghitung waktu konsentrasi (TC)

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan untuk mengalir dari titik terjauh menuju suatu titik tertentu yang ditinjau pada daerah pengaliran, menurut Departemen PU, 2006, dapat dihitung dengan rumus berikut

$$TC = t_1 + t_2$$

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3.28 \times l_0 \times \frac{nd}{\sqrt{I_s}} \right)^{0.167}$$

$$t_2 = \frac{L}{60 V}$$

dengan pengertian:

Tc waktu konsentrasi (menit)

t1 = waktu untuk mencapai awal saluran dari titik terjauh(menit)

t2 = waktu aliran dalam saluran sepanjang L dari ujung saluran(menit)

lo = jarak titik terjauh ke fasilitas drainase (m)

L = panjang saluran (m)

Nd = koefisien hambatan (lihat Tabel 19)

Is = kemiringan daerah pengaliran

V = kecepatan air rata-rata pada saluran drainase (m/detik)

Tabel 18. Kecepatan Aliran Air yang Dizinkan Berdasarkan Jenls Material

No	Jenls bahan	Kecepatan (m/det)
1	Pasir halus	0.45
2	Lempung kepasiran	0.50
3	Lanau aluviaf	0.60
4	Kerikil halus	0.75
5	Lempung kokoh	0.75
6	Lempung padat	1.10
7	Kerikil kasar	1.20
8	Batu-batu besar	1.50
9	Pasangan batu	1.50
10	Beton	1.50
11	Beton bertulang	1.50

Sumber : Departemen PU, 2006

Tabel 19. Koefisien Hambatan (n_d) Berdasarkan Kondisi Permukaan

No	Kondisi Lapis Permukaan	n_d
1	Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2	Permukaan licin dan kedap air	0,020
3	Permukaan licin dan kokoh	0,100
4	Tanah dgn rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,200
5	Padang rumput dan rerumputan	0,400
6	Hutan gundul	0,600
7	Hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0,800

Sumber : Departemen PU, 2006

- e. Menghitung curah hujan rencana
- f. Menghitung besarnya debit

g. Menentukan dimensi saluran

Mendimensi Saluran

a. Menentukan luas daerah, dalam hal ini dimisalkan

- 1) Panjang saluran drainase (L) = 150 m
- 2) l_1 = perkerasan jalan (aspal) = 5 m
- 3) l_2 = bahu jalan = 2 m
- 4) l_3 = bagian luar jalan (perumahan) = 10 m

b. Menentukan luas daerah

- 1) perkerasan jalan (A_1) = 5 m x 150 m = 750 m²
- 2) bahu jalan (A_2) = 2 m x 150 m = 300 m²
- 3) bagian luar jalan (perumahan padat) A_3 = 10 m x 150 m = 1500 m²

c. Menghitung koefisien pengaliran (C) dan fk (lihat Tabel 17)

Aspal : koefisien C1 = 0,70

Bahu jalan : koefisien C2 = 0,65

Perumahan : koefisien C3 = 0,60

fk perumahan padat = 2,0

Karena daerah terdiri dari beberapa tipe kondisi permukaan dengan nilai C yang berbeda, maka harus dicari harga C rata-rata

$$\text{Koefisien pengaliran rata-rata } C = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + C_3 \cdot A_3 \cdot fk_3}{A_1 + A_2 + A_3}; \quad C = \frac{0,70 \cdot 750 + 0,65 \cdot 300 + 0,60 \cdot 1500 \cdot 2}{750 + 300 + 1500}; \quad C = 0.988$$

d. Menghitung waktu konsentrasi (lihat Tabel 3)

Ambil kemiringan saluran = 0.02; kecepatan air = 1.5 m/detik

$$t_{\text{aspal}}; t = \left(\frac{2}{3} \times 3.28 \times l_0 \times \frac{nd}{\sqrt{I_s}} \right)^{0.167}$$

$$t = \left(\frac{2}{3} \times 3.28 \times 5 \times \frac{0.013}{\sqrt{0.02}} \right)^{0.167}; t = 1 \text{ menit}$$

$$t_{\text{bahu jalan}} = \left(\frac{2}{3} \times 3.28 \times 2 \times \frac{0.013}{\sqrt{0.02}} \right)^{0.167}; t = 0.86 \text{ menit}$$

$$t_{\text{perumahan}} = \left(\frac{2}{3} \times 3.28 \times 10 \times \frac{0.01}{\sqrt{0.02}} \right)^{0.167}; t = 1.04 \text{ menit}$$

$$t_{\text{dari jalan}} = 1 + 0.86; = 1.86 \text{ menit}$$

$$t_{\text{dari perumahan}} = 1.04 \text{ menit}$$

$$t_2 = \frac{L}{60 V}; t = \frac{150}{60 \cdot 1.5}; t = 1.97 \text{ menit}$$

$$T_c = 1.86 + 1.97; T_c = 3.83 \text{ menit}$$

e. Menghitung curah hujan rencana

Curah hujan rencana diambil = 180 mm/jam

f. Menghitung besarnya debit

$$Q = \frac{1}{3.6} CxIx A$$

$$C = 0.988$$

$$I = 180 \text{ mm/jam}$$

$$A = 750 + 300 + 1500; A = 1550 \text{ m}^2; A = 0.00155$$

$$Q = \frac{1}{3.6} 0.988 \times 180 \times 0.00155; Q = 0.077 \text{ m}^3/\text{detik}$$

g. Menentukan dimensi saluran

Untuk menentukan dimensi saluran:

$$1) \text{ Gunakan rumus } V = \frac{1}{n} x R^{2/3} x I^{1/2}$$

2) Ambil V yang lebih kecil dari V dalam perhitungan terdahulu; $V = 1.2 \text{ m/detik}$

3) Ambil $i = 2 \%$; $n = 0.025$ (batu kali dengan penyelesaian sedang)

4) Ambil $h = 0.5 \text{ m}$; Dengan dimensi : $h = 0,3 \text{ m}$

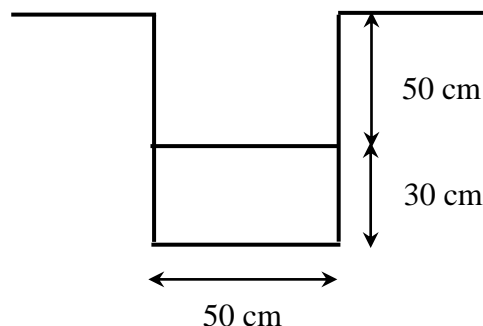
$$\text{maka } R = F/P = (hxb)/(2h+b) = 0,4 b/(1+b)$$

Sehingga dari rumus $V = \frac{1}{n} x R^{2/3} x I^{1/2}$ akan diperoleh ukuran dasar

$$\text{saluran. } 1.2 \text{ m/detik} = \frac{1}{0.025} x [0,3b/(1+b)]^{2/3} x 2\%^{1/2}; b = 0.50 \text{ m}$$

Setelah harga b diperoleh, selanjutnya dihitung tinggi jagaan dengan rumus

$$W = \sqrt{0,5 h}; W = 50 \text{ cm}$$



Gambar 18. Ukuran Saluran
Hasil Perhitungan

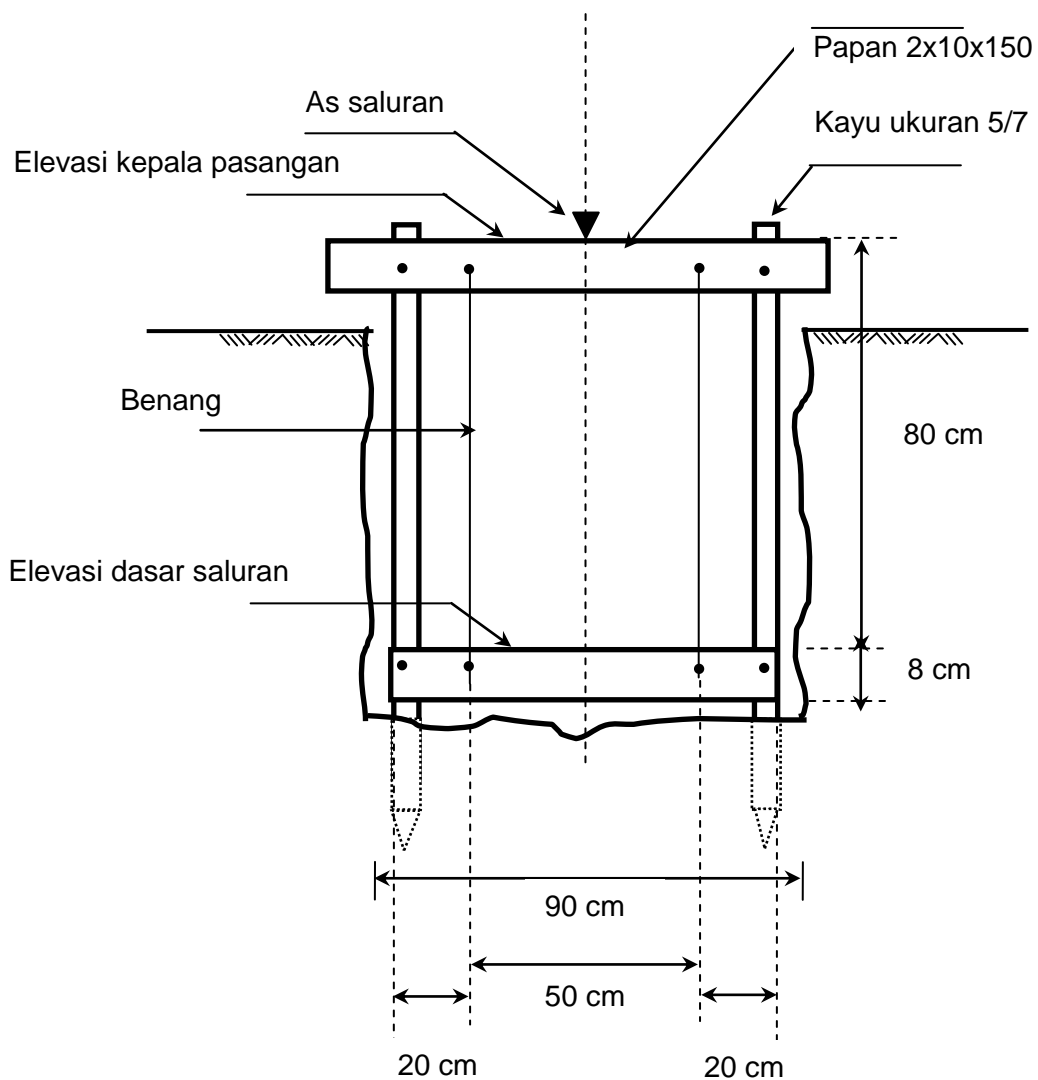
Selain bentuk persegi seperti di atas, saluran juga dapat berbentuk segitiga, trapesium ataupun bentuk lainnya, seperti yang dapat dilihat pada Lampiran 1..

Pemasangan Saluran

(tanahnya sudah disiapkan/digali)

Pemasangan Profil

Perhatikan gambar profil berikut, kemudian pelajari apakah peralatan dan bahan yang diterakan di bawah ini sudah cukup apabila saudara ditugaskan untuk memasang profilnya.



Gambar 19. Profil Pemasangan Saluran

Alat

- 1) 1 buah martil berat 5 kg
- 2) 1 buah palu berat 1 kg
- 3) 1 buah gergaji pemotong
- 4) 1 buah gergaji pembelah
- 5) 1 buah water pas

Bahan

- 1) lembar papan 2 x 20 x 3.00 m
- 2) 2 buah balok ukuran 5/7
- 3) Paku secukupnya
- 4) Benang secukupnya

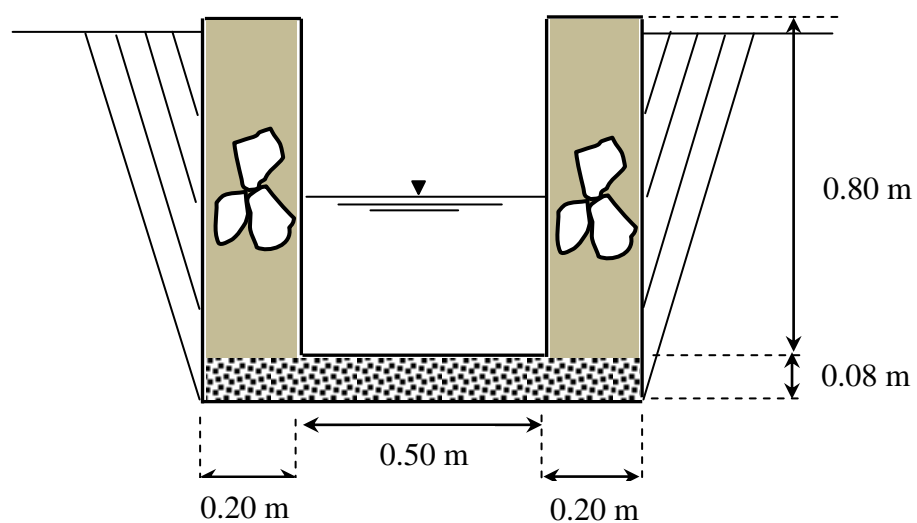
Kesehatan dan Keselamatan Kerja

- 1) Gunakan pakaian kerja dengan benar dan lengkap
- 2) Bekerjalah dengan sungguh-sungguh, dan gunakan peralatan sesuai dengan fungsinya.

Tugas

Sebagai acuan dalam pemasangan saluran, pasanglah 2 (dua) buah profil dengan jarak tiga meter, sesuai dengan gambar kerja.

a. Pemasangan Saluran



Gambar 20. Gambar Kerja Saluran

Alat

- 1) 1 buah cangkul
- 2) 1 buah sekop
- 3) 1 buah watter pas
- 4) 1 buah sendok semen

Bahan

- 1) Semen secukupnya
- 2) Pasir secukupnya
- 3) Kerikil secukupnya
- 4) Air secukupnya
- 5) Batu kali secukupnya

Langkah Kerja

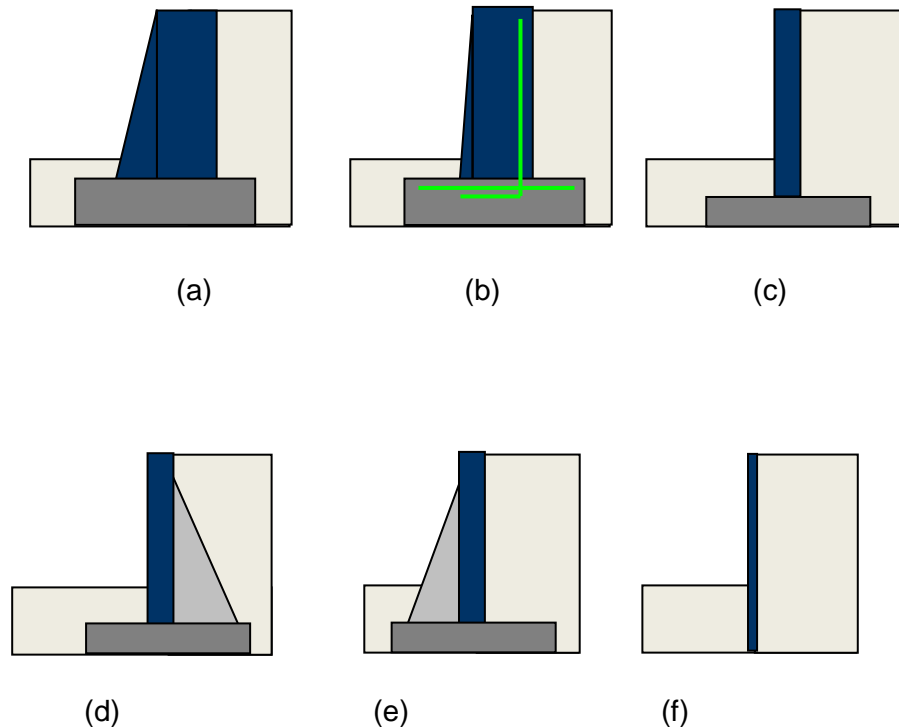
- 1) Siapkan alat dan bahan
- 2) Sebelum mulai kerja, periksalah apakah profil yang saudara pasang sudah cukup kuat dan sesuai dengan gambar kerja.
- 3) Aduk semen, pasir dan kerikil dengan perbandingan 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil.
- 4) Gunakan adukan tersebut sebagai dasar saluran. Ambil ketebalannya = 8 cm dan ingat bahwa kemiringan dasar saluran adalah 2 %.
- 5) Aduk spesi dengan campuran 1 semen: pasir
- 6) Hamparkan spesi pada bagian dimana saudara akan mulai memasang batu kali.
- 7) Letakkan/pasang batu kali sebagai dinding saluran, dengan titik berat batu kali mengarah ke bagian luar saluran atau ke arah tanah yang di kiri/kanan saluran
- 8) Ulangi langkah di atas sampai tinggiannya sesuai dengan rencana.
- 9) Jangan lupa mengisi celah-celah kosong di antara batu kali

2. Bahan Bacaan 2

Tembok Penahan

Tembok atau dinding penahan yang berfungsi untuk menstabilkan tanah, baik pada lereng bukit, tepi jalan, dinding saluran ataupun lainnya, merupakan konstruksi yang bisa dibuat dari berbagai jenis bahan. Ada yang terbuat dari anyaman bambu, pasangan batu kosong, sampai kepada beton bertulang dan geosintetis, tergantung kepada beban yang akan dipikul serta lokasi dimana tembok tersebut didirikan.

Bertolak dari fungsi, jenis bahan, beban yang akan dipikul dan lokasi pendiriannya, tembok penahan dapat dibedakan atas beberapa jenis atau bentuk dasar, seperti: a) *Gravity retaining walls*, b) *Semi-Gravity retaining walls*, c) *Cantilever retaining walls*, d) *Counterfort retaining walls*, e) *Butressed retaining walls* dan f) *Sheet pile retaining walls*. (Murthy, 2008)



Gambar 21. Jenis-jenis Tembok Penahan

Gravity retaining walls biasanya dibuat dari pasangan batu kali, atau beton masif, yang stabilitasnya terletak pada berat sendiri.

Untuk mendapatkan berat yang bisa memenuhi stabilitas tersebut, khususnya pada pekerjaan dimana dibutuhkan tembok yang tinggi, maka ukuran *Gravity retaining walls* akan menjadi sangat besar. Hal ini tentu saja kurang ekonomis.

Semi-gravity retaining walls masih merupakan tembok *gravity*, tetapi sudah terbuat dari beton dan diberi tulangan, agar ukuran atau luas penampangnya berkurang.

Cantilever retaining walls atau tembok penahan kantilever adalah tembok penahan yang terbuat dari beton bertulang. Berbeda dari dua tembok terdahulu, stabilitas dari tembok jenis ini, sudah tidak sepenuhnya lagi tergantung pada berat sendiri. Hal ini dimungkinkan karena tanah yang berada diatas pondasinya, ikut memberikan tambahan berat kepada tembok tersebut

Counterfort retaining walls hampir sama dengan *Cantilever retaining walls* tetapi diberi penyokong yang bernama *counterfort* pada sisi bagian belakangnya.

Butressed retaining walls mirip dengan *Counterfort retaining walls*, hanya saja penyokongnya berada pada bagian depan

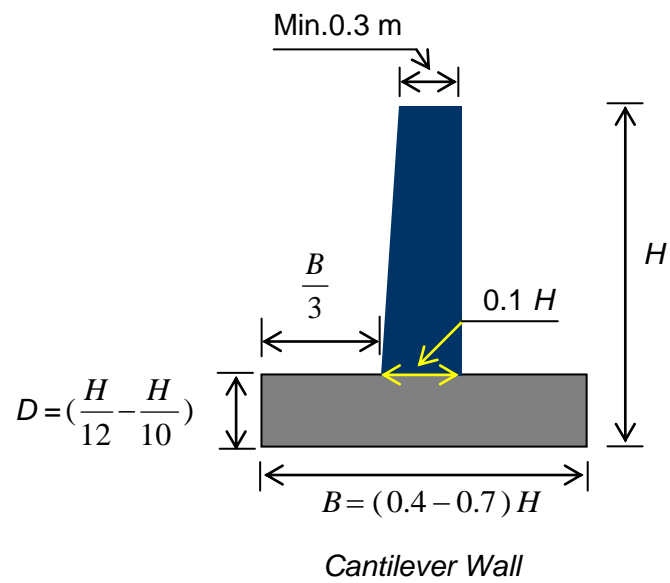
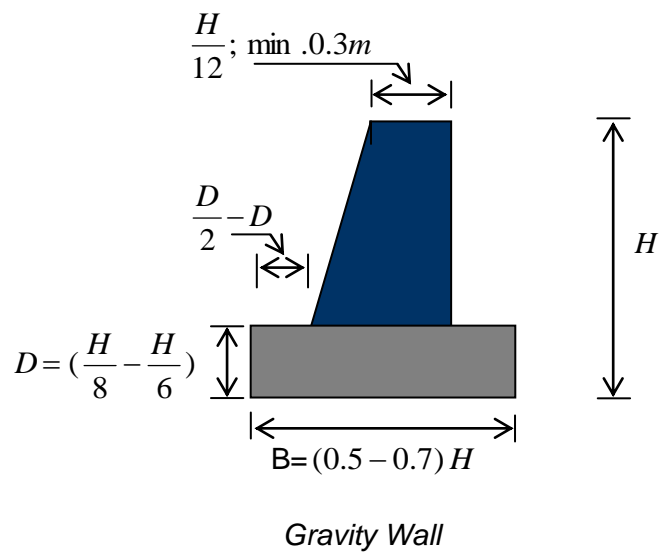
Sheet pile retaining walls atau turap adalah jenis dinding penahan yang terbuat dari kayu, baja atau beton pracetak yang ditancapkan ketanah dengan kedalaman tertentu.

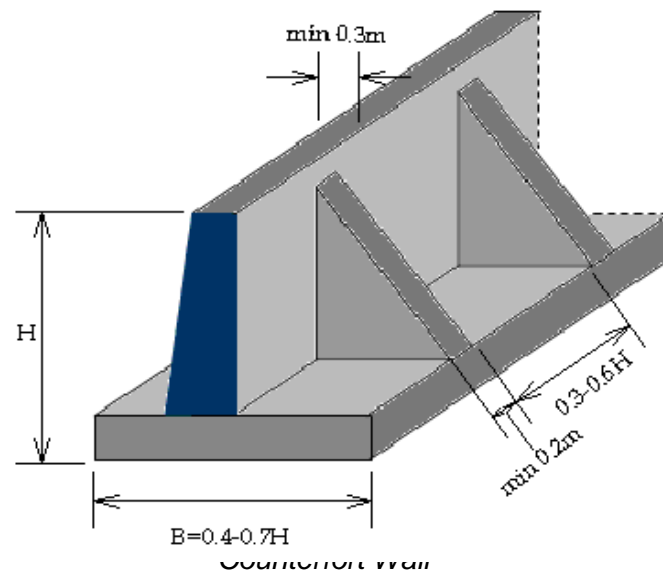
Dimensi Tembok Penahan

Secara umum, perencanaan sebuah tembok dimulai dari penaksiran terhadap dimensi yang akan digunakan.

Agar penaksiran dimensi tidak jauh melenceng dari ukuran yang semestinya, maka pekerjaan ini biasanya dilakukan dengan

menggunakan pedoman penaksiran dimensi tembok penahan, seperti berikut ini





Gambar 22. Dimensi Tembok Penahan
Sumber: Murthy, 2008

Merencanakan ukuran tembok penahan

Untuk $H = 2m$

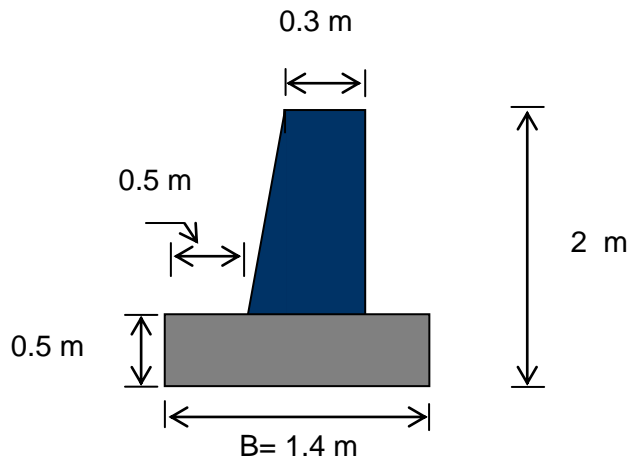
$B = (0.5. 2m \text{ sampai dengan } 0.7 m)$

$B = 1 \text{ sampai dengan } 1.4 m$, diambil ukuran terbesar = $1.4 m$

$D = (\frac{H}{8} \text{ sampai dengan } \frac{H}{6})$

$D = 0.25 \text{ sampai dengan } 0.34 m$, untuk lebih aman diambil $0.5 m$

Ukuran kaki = $\frac{D}{2} - D$; diambil sama dengan $D = 0.5 m$



Gambar 23. Tembok Penahan

Pemasangan Tembok Penahan

Pemasangan Profil

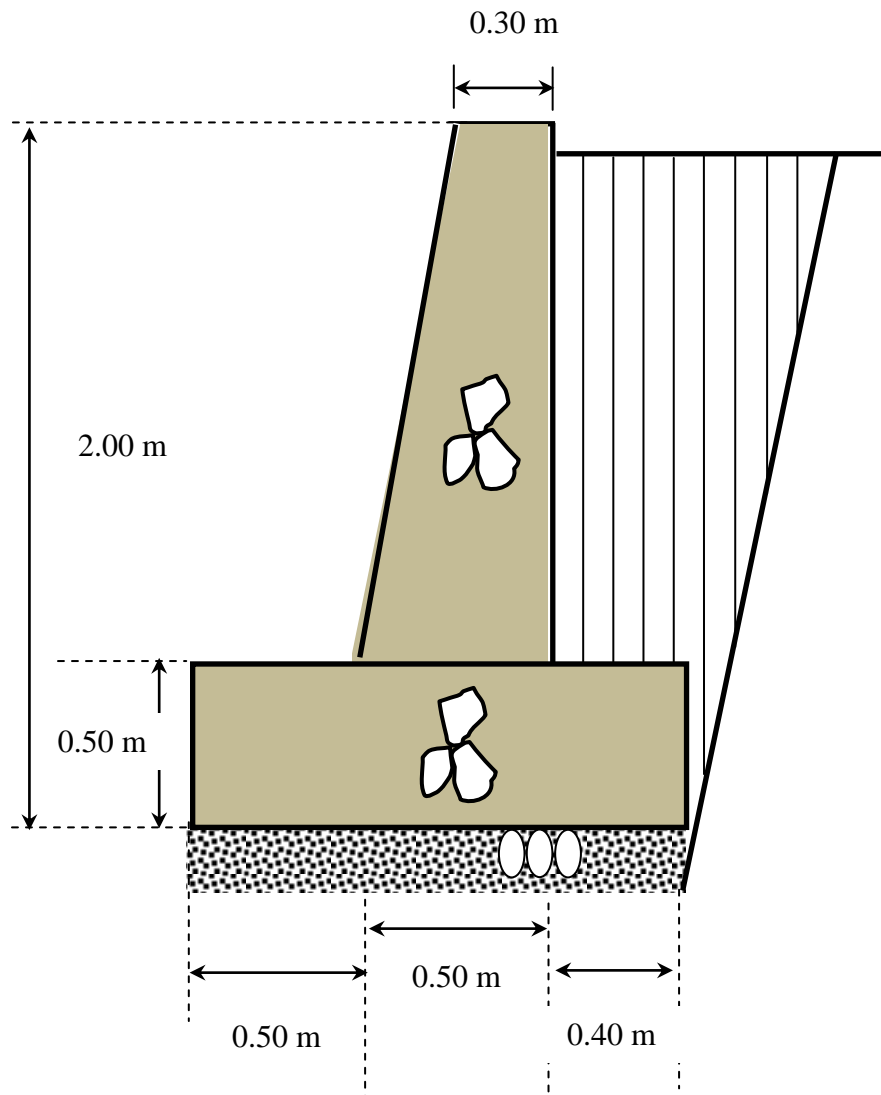
Perhatikan gambar profil di atas, kemudian pelajari apakah peralatan dan bahan yang diterakan di bawah ini sudah cukup apabila saudara ditugaskan untuk memasang profilnya.

Alat

- 1) 1 buah martil berat 5 kg
- 2) 1 buah palu berat 1 kg
- 3) 1 buah gergaji pemotong
- 4) 1 buah gergaji pembelah
- 5) 1 buah water pas

Bahan

- 1) 2 lembar papan $2 \times 20 \times 3.00 \text{ m}$
- 2) 2 buah balok ukuran $5/7$
- 3) Paku secukupnya
- 4) Benang secukupnya



Gambar 25. Gambar Kerja Tembok Penahan

Pemasangan Tembok Penahan

Alat

- 1) 1 buah cangkul
- 2) 1 buah sekop
- 3) 1 buah watter pas
- 4) 1 buah sendok semen

Bahan

- 1) Semen secukupnya

- 2) Pasir secukupnya
- 3) Air secukupnya

Langkah Kerja

- 1) Siapkan alat dan bahan
- 2) Sebelum mulai kerja, periksalah apakah profil yang saudara pasang sudah cukup kuat dan sesuai dengan gambar kerja.
- 3) Hamparkan pasir sebagai lapisan dasar pondasi dan padatkan sehingga mempunyai permukaan yang rata dengan tebal lebih kurang 10 cm.
- 4) Jika pasirnya kering lakukan penyiraman, tetapi jangan terlalu jenuh
- 5) Pasanglah satu lapisan batu kosong (tanpa spesi) dengan ketinggian \pm 15 cm di atas lapisan dasar yang dihampar pada langkah 4 dan 5, , kemudian siram dengan air sampai celah-celah antara batu dapat terisi penuh.
- 6) .Aduk spesi dengan campuran 1 semen: pasir
- 7) Hamparkan spesi di atas pasir yang saudara hamparkan pada langkah 3.
- 8) Letakkan/pasang batu kali sebagai sebagai dasar tembok, dengan titik berat batu kali mengarah ke bagian dalam pondasi
- 9) Ulangi langkah di atas sampai tinggiannya sesuai dengan rencana.
- 10) Jangan lupa mengisi celah-celah kosong di antara batu kali

D. Aktivitas Pembelajaran

Sebelum mendiskusikan materi yang telah disediakan, peserta diklat diminta untuk membentuk kelompok dengan ketentuan sebagai berikut.

1. Setiap kelompok belajar terdiri dari 3- 4 orang peserta.
2. Memilih ketua, sekertaris dan anggota kelompok.
3. Membuat kesepakatan bahwa semua anggota kelompok harus berperan aktif, dan mempersiapkan diri dengan cara membaca terlebih dahulu materi pelajaran yang akan didiskusikan.

Aktivitas

1. Secara berkelompok, pelajailah langkah-langkah perencanaan saluran yang terdapat pada bahan bacaan 1. Selanjutnya, saudara diminta untuk menentukan dimensi dari saluran dengan data seperti berikut.

Panjang saluran drainase (L) = 100 m

l_1 = perkerasan jalan (aspal) = 5 m

l_2 = bahu jalan = 2 m

l_3 = bagian luar jalan (perumahan) = 10 m

Ambil kemiringan saluran = 0.03; kecepatan air = 2 m/detik

Curah hujan rencana diambil = 160 mm/jam

Kerjakan aktivitas ini pada LK 007

2. Secara berkelompok, pelajailah langkah-langkah perencanaan tembok penahan yang terdapat pada bahan bacaan 2. Selanjutnya, saudara diminta untuk menentukan dimensi tembok penahan tipe *Cantilever Wall* apabila tinggi tembok adalah 4 m. Kerjakan aktivitas ini pada LK 008

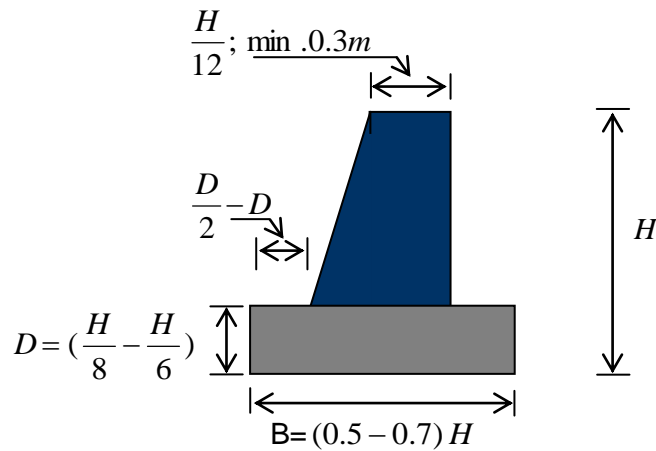
E. Latihan

1. Jelaskan penyebab terjadinya banjir pada daerah perkotaan
2. Jelaskan apa yang dimaksud dengan waktu konsentrasi
3. Jelaskan apa yang dimaksud dengan jari-jari hidraulis
4. Jelaskan berapa jenis atau bentuk dasar tembok penahan yang saudara ketahui

F. Rangkuman

Tembok atau dinding penahan yang berfungsi untuk menstabilkan tanah yang berada di belakangnya, dapat dibedakan atas beberapa jenis atau bentuk dasar, seperti: a) *Gravity retaining walls*, b) *Semi-Gravity retaining walls*, c) *Cantilever retaining walls*, d) *Counterfort retaining walls*, e) *Butressed retaining walls* dan f) *Sheet pile retaining walls*.

Masing-masing tembok dapat ditentukan ukurannya mengikuti acuan yang disarankan Murthy (2008), misalnya seperti *gravity wall* berikut.



Gravity Wall

Pada sisi lain, ukuran saluran akan ditentukan oleh curah hujan, luas daerah aliran, kemiringan saluran, koefisien pengaliran, dan waktu konsentrasi.

Pada pemasangannya, baik itu pada pemasangan tembok penahan ataupun saluran, haruslah didahului dengan pemasangan profil yang mengacu kepada gambar kerja. Kemudian diikuti dengan pemasangan batu kali atau bahan lainnya, sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.

G. Umpan Balik/Tindak Lanjut

Prosedur pemasangan tembok dan saluran seperti yang saudara pahami melalui modul, hanya merupakan salah satu alternatif. Saudara diharapkan dapat menentukan prosedur lain, yang lebih sempurna dan praktis.

Pendimensian tembok penahan tidaklah cukup hanya didasarkan kepada ketentuan seperti yang terlihat pada modul. Sebuah tembok penahan perlu dianalisis terhadap bahaya geser, guling, pecah dan kekuatan tanah dasar, yang tidak saudara temukan pada modul ini. Agar pemahaman saudara tidak berhenti sampai kepada pendimensian seperti yang tertera pada modul, setelah ini saudara diminta untuk mempelajari hal-hal tersebut pada buku-buku seperti yang tercantum pada daftar pustaka.

Khusus mengenai saluran, walaupun pada modul hanya dijelaskan mengenai saluran drainase jalan, namun hal yang sama juga dapat diaplikasikan pada saluran-saluran air lainnya.

LEMBARAN KERJA	No : 007
MATERI	TEMBOK PENAHAN dan SALURAN

Aktivitas 1

Diketahui Panjang saluran drainase (L) = 100 m

l_1 = perkerasan jalan (aspal) = 5 m

l_2 = bahu jalan = 2 m

l_3 = bagian luar jalan (perumahan) = 10 m

Ambil kemiringan saluran = 0.03; kecepatan air = 2 m/detik

Curah hujan rencana diambil = 160 mm/jam

Tentukan dimensi dari saluran yang dibutuhkan

Aktivitas 2.

Rencanakan dimensi tembok penahan tipe *Cantilever Wall* apabila tinggi tembok adalah 4 m.

Kegiatan Pembelajaran 5

Pondasi

A. Tujuan

Setelah mempelajari materi pondasi berikut

1. Dengan menggunakan data tanah sebagai acuan, peserta dapat menghitung daya dukung tanah sesuai dengan bentuk pondasi yang ditetapkan di dalam modul
2. Dengan menggunakan data tanah sebagai acuan, peserta dapat mendimensi ukuran pondasi sesuai dengan bentuk pondasi yang ditetapkan di dalam modul

B. Indikator

1. Mampu menghitung daya dukung pondasi persegi, lajur dan bulat
2. Mampu menghitung daya dukung akibat pengaruh muka air tanah
3. Mampu menghitung daya dukung akibat beban miring
4. Mampu menghitung daya dukung akibat eksentrisitas
5. Mampu menentukan dimensi pondasi persegi
6. Mampu menghitung tegangan kontak
7. Mampu menghitung besarnya gaya lintang dan momen yang bekerja pada pondasi

C. Uraian Materi

1. Bahan Bacaan 1

Pondasi

Semua struktur, seperti jembatan, gedung ataupun bendungan, selalu dibangun di atas tanah. Akibat berat sendiri dan beban yang dipikul oleh struktur, tanah dasar yang berada di bawahnya akan menerima tekanan. Agar tekanan tersebut diteruskan dengan merata ke tanah dasar, maka diperlukan sebuah konstruksi yang disebut pondasi.

Secara umum pondasi dibedakan atas pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi dangkal sering juga disebut dengan pondasi langsung, sedangkan

pondasi dalam disebut sebagai pondasi tidak langsung. Pondasi langsung adalah pondasi yang langsung terletak di atastanah keras. Pada sisi lain, pondasi tidak langsung adalah pondasi yang terletak di atassuatu rangkaian yang menghubungkannya dengan lapisan tanah keras.

Menurut Terzaghi, kedua jenis pondasi tersebut juga dapat dibedakan atas perbandingan kedalaman dan lebar pondasi. Pondasi dangkal adalah pondasi yang mempunyai kedalaman (D_f) sama atau lebih kecil dari ukuran lebarnya, sedangkan pondasi dalam adalah pondasi yang kedalamannya lebih besar dari lebarnya.

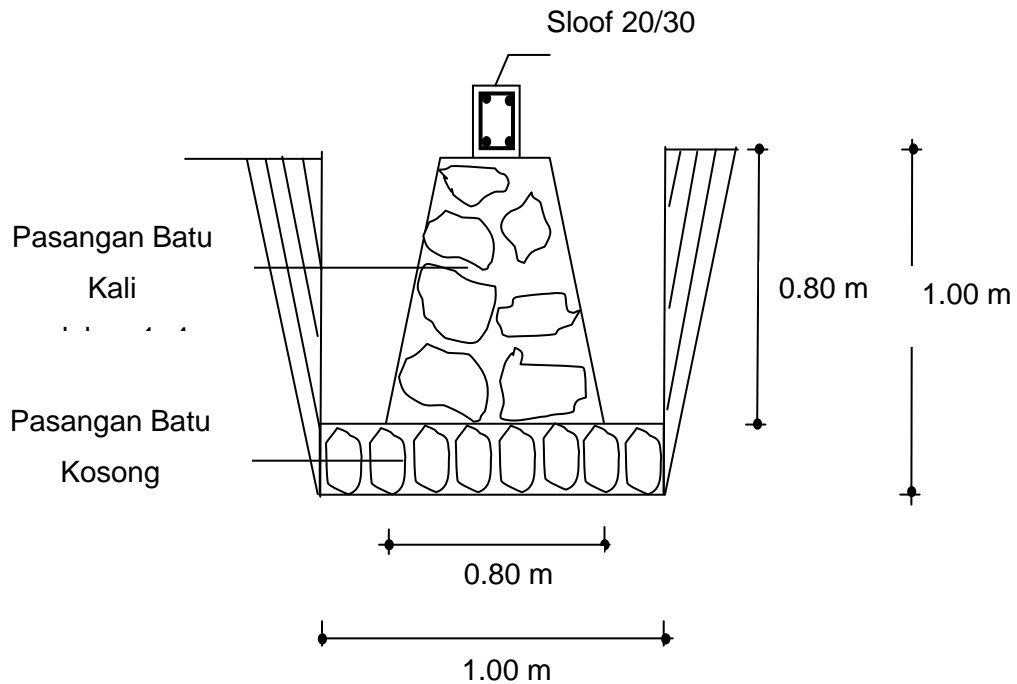
Sesuai dengan fungsinya, yaitu untuk meneruskan tekanan yang diakibatkan oleh bangunan ke tanah dasar, maka sebuah pondasi harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Bentuk dan konstruksinya harus kokoh dan kuat untuk mendukung beban bangunan yang ada di atasnya.
2. Tahan lama dan tidak mudah hancur, sehingga kerusakan pondasi tidak mendahului kerusakan bangunan yang ada di atasnya.
3. Tidak mudah dipengaruhi oleh keadaan di luar pondasi, seperti keadaan air tanah dan lain-lain.
4. Terletak di atas tanah dasar yang cukup keras sehingga kedudukan pondasi tidak berubah.

Pondasi Dangkal

Pondasi dangkal dapat dijumpai dalam berbagai bentuk dan ukuran, mulai dari pondasi batu kali, pondasi batu bata sampai dengan pondasi plat/telapak. Pondasi batu kali adalah pondasi yang terbuat dari pasangan batu kali. Pondasi ini biasanya dipakai untuk rumah tinggal atau rumah berlantai satu. Secara umum pondasi batu kali tidak memerlukan perhitungan yang rumit. Hal ini antara lain disebabkan oleh bebannya yang relatif kecil, bila dibandingkan dengan rumah berlantai dua.

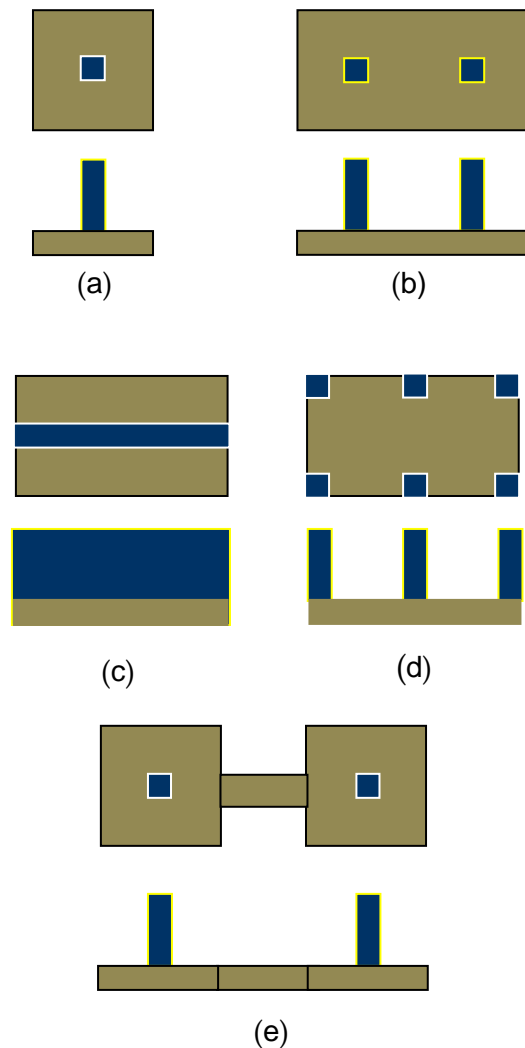
Pondasi batu kali biasanya dibuat menerus dan berbentuk trapesium, dengan kedalaman berkisar antara 60-80 cm. Untuk lebih jelasnya perhatikan Gambar 26.



Gambar 26. Pondasi Batu Kali

Pondasi telapak antara lain dapat dibedakan atas: (a) pondasi telapak tunggal (*individual footing*), (b) pondasi telapak gabungan (*combined footing*), (c) pondasi memanjang (*continuous or wall footing*), (d) pondasi rakit (*mat or raft footing*), dan pondasi strap (*strap footing*) (Liu and Evett, 1992).

Sesuai dengan fungsinya yaitu meneruskan tekanan ketanah dasar, maka pondasi dangkal pada umumnya akan digunakan apabila lapisan tanah keras berada dekat dengan permukaan tanah. Atau untuk bangunan yang bebannya tidak terlalu besar.



Gambar 27. Jenis-jenis Pondasi Telapak

Sumber: Liu and Evett, 1992

Dengan memperhatikan gambar di atas, terlihat bahwa ukuran masing-masing pondasi selalu dibuat lebih besar dari ukuran kolom atau dinding yang dipikulnya. Hal ini dimaksudkan sebagai upaya untuk memperluas bidang kontak antara dasar pondasi dengan tanah yang berada di bawahnya. Karena dengan memperluas bidang kontak, tekanan yang diterima oleh tanahpun akan berkurang (ingat bahwa tekanan adalah gaya persatuan luas atau

$$\sigma = \frac{F}{A}), \text{ dengan demikian maka penurunan yang berlebihan, serta bahaya}$$

keruntuhan pondasi akan dapat diatasi.

Kapasitas Daya Dukung

Sebelum membicarakan formula yang biasa digunakan dalam perencanaan pondasi, terlebih dahulu akan dijelaskan beberapa istilah yang menyangkut dengan daya dukung.

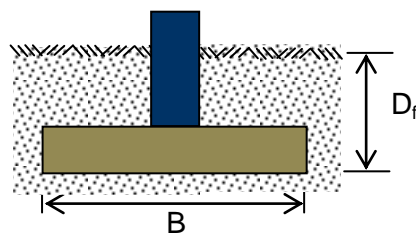
Kapasitas daya dukung. Secara umum dimaksudkan sebagai kemampuan pondasi untuk menahan atau menopang pondasi termasuk struktur yang ada di atasnya.

Kapasitas daya dukung batas. Adalah beban persatuan luas yang menyebabkan terjadinya keruntuhan geser pada tanah dasar (q_{ult}).

Kapasitas daya dukung izin, adalah beban persatuan luas yang dapat diterima oleh tanah tanpa terjadinya pergerakan yang membahayakan (q_a). Kapasitas daya dukung izin, juga biasa disebut dengan kapasitas daya dukung rencana, yang nilainya sama dengan kapasitas daya dukung batas dibagi dengan angka keamanan, atau $q_a = \frac{q_{ult}}{SF}$

Beban izin, adalah hasil perkalian dari kapasitas daya dukung izin dengan luas dasar pondasi yang berhubungan dengan tanah (Q), atau $Q = q_a \times A$; A = luas dasar pondasi yang berhubungan dengan tanah.

Formula atau rumus yang diberikan oleh Terzaghi untuk menghitung kapasitas daya dukung pondasi dangkal adalah sebagai berikut.



Gambar 28. Pondasi Telapak

Pondasi lajur

$$q_{ult} = C N_c + q N_q + 0.5 B \gamma N_\gamma$$

Pondasi persegi

$$q_{ult} = 1.3 C N_c + q N_q + 0.4 B \gamma N_\gamma$$

Pondasi bulat

$$q_{ult} = 1.3 C N_c + q N_q + 0.3 B \gamma N_\gamma$$

Dalam hal ini :

q_{ult} = daya dukung batas ; C = kohesi; q = tekanan efektif sedalam D_f ; B = sisi terpendek atau diameter pondasi, sedangkan N_c ; N_q ; N_γ = faktor daya dukung, yang besarnya tergantung pada nilai sudut geser tanah (ϕ). Untuk lebih jelasnya lihat tabel berikut :

Tabel 20. Faktor Daya Dukung Terzaghi

ϕ	N_c	N_q	N_γ
0	5.7	1	0
5	7.3	1.6	1.5
10	9.6	2.7	1.2
15	12.9	4.4	2.5
20	17.7	7.4	6.0
25	25.1	12.7	9.7
30	37.2	22.5	19.7
35	57.8	41.4	42.4
40	95.7	81.3	100.4
45	172.3	173.3	297.5
50	347.5	415.1	1153.0

Sumber : Venkatramaiah, 2006

2. Bahan Bacaan 2

Pengaruh Muka Air Tanah

Pada ketiga latihan di atas, terlihat bahwa ketiga latihan tersebut diselesaikan dengan mengasumsikan posisi air tanah berada jauh dari dasar pondasi, sehingga tidak memberikan pengaruh terhadap kapasitas daya dukung. Namun apabila disimak dengan teliti, ternyata beberapa sifat fisik dari tanah yang terdapat di dalam formula Terzaghi, akan berubah nilainya

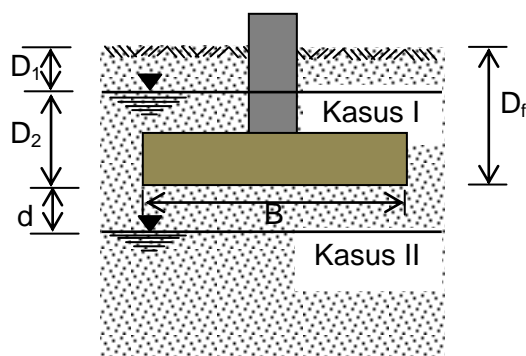
apabila berhubungan dengan air. Berkaitan dengan hal tersebut, maka rumus-rumus di atas perlu dimodifikasi seperti berikut ini.

Kasus I.

Apabila posisi air tanah berada pada posisi $0 \leq D_1 \leq D_f$

Untuk hal ini, nilai q atau tekanan efektifnya akan berubah menjadi:

$$D_1 \gamma + D_2 (\gamma_{sat} - \gamma_w)$$



Gambar 29. Pengaruh Muka Air Tanah

Demikian pula dengan nilai γ pada suku ketiga dari persamaan tersebut akan menjadi :

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

Dalam hal ini : γ_{sat} = berat isi jenuh , γ_w = berat isi air

Kasus II.

Untuk air tanah yang berada pada posisi $0 \leq d \leq B$

Pada posisi ini nilai q atau tekanan efektif sedalam D_f tetap dipakai harga $q = \gamma D_f$, sedangkan harga γ pada suku ketiga berubah menjadi.

$$\gamma = \gamma' + \frac{d}{b}(\gamma - \gamma')$$

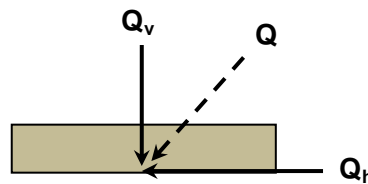
Kasus III.

Jika air tanah berada pada posisi $d \geq B$, maka air tanah tidak akan memberikan pengaruh terhadap kapasitas daya dukung.

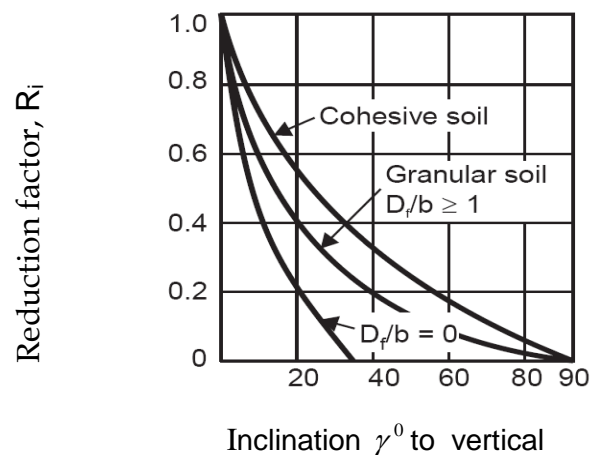
3. Bahan Bacaan 3

Beban Miring

Apabila sebuah pondasi menerima beban miring, seperti halnya beban yang diterima oleh pondasi rumah adat Minangkabau. Beban tersebut terlebih dahulu harus diuraikan menjadi komponen vertikal dan horizontal. Beban vertikal digunakan untuk menganalisis kapasitas daya dukung seperti yang telah dijelaskan terdahulu. Namun setelah harganya diperoleh, maka harga tersebut harus dikalikan dengan faktor koreksi (R_i), yang nilainya diambilkan dari grafik berikut. Sedangkan komponen horizontal dipakai untuk memeriksa stabilitas pondasi terhadap pergeseran.



Gambar 30. Beban Miring



Gambar 31. Faktor Reduksi Untuk Beban Miring

Sumber: Venkatramaiah, 2006

4. Bahan Bacaan 4

Muatan Dengan Eksentrisitas

Pada bahagian terdahulu, telah dijelaskan bagaimana pengaruh muka air tanah dan muatan miring terhadap kapasitas daya dukung. Berikut akan diuraikan tentang pengaruh muatan dengan eksentrisitas.

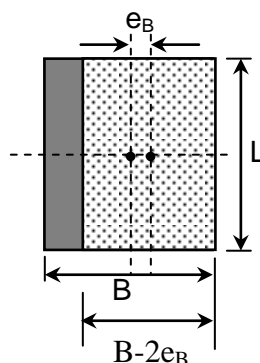
Muatan dengan eksentrisitas adalah muatan yang bekerja dengan jarak tertentu terhadap as pondasi, sebagai akibat dari adanya momen. Jarak tersebut biasanya disimbolkan dengan huruf e_B atau e_L , tergantung kepada arah penyimpangannya, apakah terhadap lebar atau panjang pondasi.

Untuk menghitung kapasitas daya dukung akibat muatan reduksi dengan eksentrisitas, dapat diselesaikan dengan dua cara (Liu and Evett, 1992) yaitu dengan metoda lebar manfaat dan faktor reduksi (R_f).

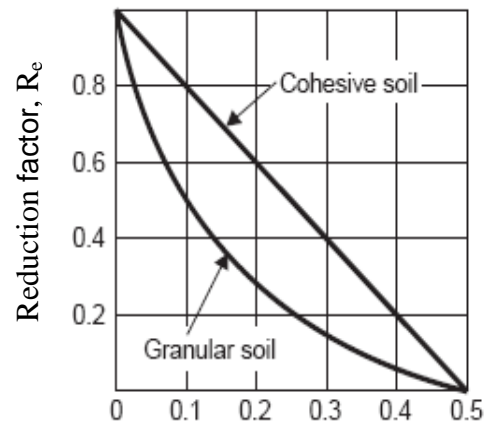
Pada metoda lebar manfaat, perhitungan dilakukan hanya dengan memperhitungkan lebar atau panjang pondasi yang memiliki jarak simetris terhadap beban yang bekerja.

Melalui metoda ini, lebar atau panjang pondasi yang semula berukuran B atau L , akan berubah menjadi:

$B' = B - 2e_B$ atau $L' = L - 2e_L$: dengan demikian luas alas juga akan berubah, yaitu : $A' = L \times (B - 2e_B)$ atau $A' = B \times (L - 2e_L)$



Gambar 32. Muatan Dengan Eksentrisitas



Gambar 33. Faktor Reduksi untuk Beban dengan Eksentrisitas

Sumber: Venkatramaiah, 2006

Untuk metode faktor reduksi, perhitungan *q_{ult}* dilakukan seperti perhitungan-perhitungan terdahulu, namun hasilnya kemudian dikalikan dengan suatu faktor reduksi yang diperoleh melalui Gambar 8.

Faktor reduksi akan diperoleh dengan menarik garis vertikal ke atas melalui nilai rasio eksentrisitas yang dihitung dengan rumus e_b / B

5. Bahan Bacaan 5

Ukuran Pondasi

Luas dasar atau ukuran pondasi, ditentukan berdasarkan hasil bagi antara beban pondasi dengan kapasitas daya dukung izin untuk tanah dengan nilai $\phi = 0$, sedangkan pada tanah dengan harga $\phi > 0$ dilakukan dengan cara coba-coba.

Tegangan Kontak

Tegangan yang bekerja antara dasar pondasi dengan tanah dasar di bawahnya, disebut tegangan kontak. Pemahaman mengenai tegangan ini erat kaitannya dengan perhitungan tegangan geser dan penyebaran momen pada telapak pondasi.

Besarnya tegangan kontak dapat dihitung dengan rumus

$$q = \frac{Q}{A} + \frac{M_x X}{I_y} + \frac{M_y Y}{I_x}$$

dengan

q = tegangan kontak

Q = beban yang bekerja pada pondasi

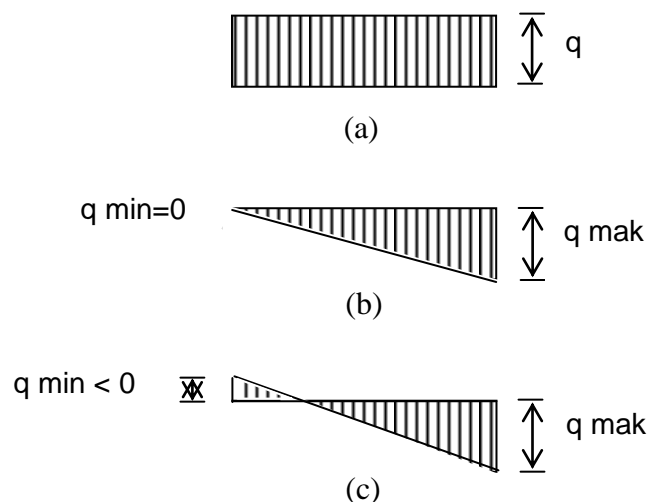
A = luas dasar pondasi

M_x, M_y = momen yang bekerja pada arah sumbu x dan y

I_x, I_y = momen inersi terhadap sumbu x dan y

X, Y = jarak dari titik pusat pondasi ke arah titik yang ditinjau (masing-masing terhadap sisi yang sejajar dengan sumbu x atau y).

Dengan memperhatikan rumus di atas, terlihat bahwa apabila nilai M_x dan $M_y = 0$, maka besarnya tegangan kontak adalah hasil bagi beban yang bekerja dengan luas dasar pondasi. Untuk hal seperti ini, secara teori bentuk dari diagram tegangan kontak adalah seragam (lihat Gambar 34 a), atau merata pada seluruh alas pondasi, walaupun pada kenyataannya hal ini kurang tepat, terutama karena adanya pengaruh penurunan.



Gambar 34. Diagram Tegangan Kontak

Apabila harga x atau y sama dengan $1/6$ kali dari lebar atau panjang pondasi, maka diagramnya adalah seperti pada Gambar 34 b, dan apabila

harga x atau y lebih dari 1/6 kali dari lebar atau panjang pondasi, akan diperoleh diagram seperti Gambar 34 c.

Berdasarkan bentuk diagram tegangan kontak seperti yang terlihat pada Gambar 34 c di atas, dapat dipahami bahwa pada saat x atau y lebih dari 1/6 nilai dari 1/6 kali dari lebar atau panjang pondasi, harga q min akan menjadi negatif. Nilai negatif ini mengindikasikan terjadinya tarikan pada tanah di bawah pondasi, yang dalam hal ini harus dihindari, karena tanah adalah material yang tidak mampu menahan tarikan.

Untuk mengatasi bekerjanya tegangan tarik pada tanah dasar, secara matematis dapat dilakukan dengan mengambil harga batas minimum untuk q min = 0. Agar lebih jelasnya perhatikan uraian berikut ini.

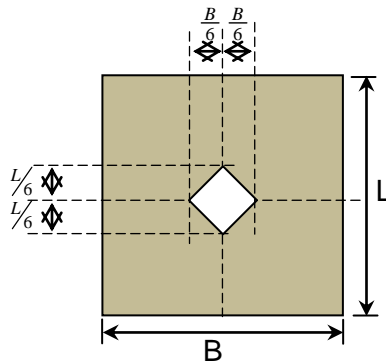
$$\begin{aligned}
 q_{\min} &= \frac{Q}{A} - \frac{Mx}{I_y} \text{ atau} \\
 &= \frac{Q}{b.l} - \frac{Mx}{W_y}; \quad Mx = Q.e; \quad W_y = \frac{1}{6} b^2 l \\
 &= \frac{Q}{b.l} - \frac{6.Q.e}{b^2 l} \\
 &= \frac{Q}{b.l} \left(1 - \frac{6.e}{b}\right); \text{ dengan harga } q_{\min} = 0, \text{ maka} \\
 0 &= \frac{Q}{b.l} \left(1 - \frac{6.e}{b}\right) \text{ harga } \frac{q}{b.l} \text{ tidak mungkin } = 0,
 \end{aligned}$$

Jadi $0 = \left(1 - \frac{6.e}{b}\right)$; dari persamaan ini diperoleh:

$$e = \frac{1}{6} b$$

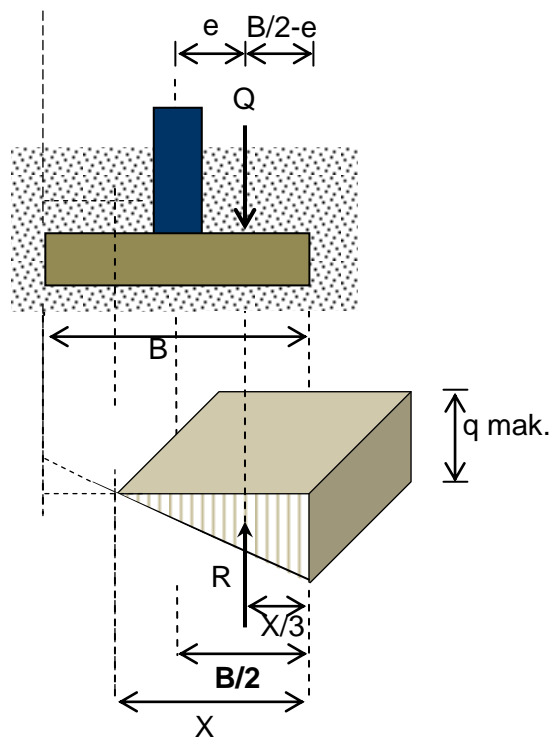
Kembali kepada persoalan di atas, disini dapat disimpulkan bahwa untuk mencegah terjadinya tarikan pada tanah dasar, maka harga maksimum

dari e (eksentrisitas) adalah $\frac{1}{6} b$ atau $\frac{1}{6} l$



Gambar 35. Daerah Teras

Apabila nilai q min harganya negatif, seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, hal ini sangat bertentangan dengan sifat tanah yang tidak mampu menerima tarikan. Namun, pada keadaan-keadaan tertentu, kasus serupa sulit untuk dihindari. Sebagai jalan keluar, analisisnya didasarkan pada daerah terdesak.



Gambar 36. Tegangan Kontak
Untuk $e > \frac{1}{6} B$

Akibat beban pondasi, tanah akan memberikan reaksi sebesar R yaitu = $\frac{1}{2} \cdot X \cdot q_{\text{mak}} \cdot L$ dan agar pondasi tetap berada dalam keadaan seimbang maka $\Sigma V = 0$ dan $\Sigma M = 0$

$\Sigma V = 0$; maka $Q = R = \frac{1}{2} \cdot X \cdot q_{\text{mak}} \cdot L$

$\Sigma M = 0$; maka $\frac{B}{2} - e_x = \frac{1}{3} X$ atau $X = 3\left(\frac{B}{2} - e_x\right)$

Dari persamaan 1 dan 2 diperoleh

$$q_{\text{mak}} = \frac{2}{3} \frac{Q}{l\left(\frac{B}{2} - e_x\right)}$$

6. Bahan Bacaan 6

Pondasi Dalam

Berbeda dengan pondasi dangkal, yang digunakan apabila tanah pada lapisan permukaan sampai kedalaman tertentu memiliki kekuatan/daya dukung yang cukup untuk memikul beban struktur. Pondasi dalam biasanya dipakai jika tanah keras berada jauh di bawah lapisan permukaan.

Secara umum, pondasi dalam dibedakan atas pondasi tiang dan sumuran (Murthy, 2003). Pondasi tiang merupakan tiang langsing, yang pemasangannya dilakukan melalui pemancangan atau pengecoran di tempat. Sedangkan pondasi sumuran adalah pondasi yang berbentuk sumur dengan penampang besar, yang dimasukkan ke dalam tanah sehingga mencapai tanah keras.

Pondasi Tiang

Pondasi tiang yang dalam keseharian dikenal masyarakat sebagai pondasi tiang pancang, disamping pembuatan dan pemasangannya yang rumit, harganya juga jauh lebih mahal dari pondasi dangkal. Namun terlepas dari masalah harga dan kerumitan dalam pemasangannya, pemakaian pondasi tiang pantas untuk diprioritaskan, terutama dalam kondisi berikut.

- a. Apabila tanah lapisan atas merupakan tanah yang mudah mampat dan terlalu lemah untuk menopang beban struktur, atau pada kondisi dimana tanah keras berada pada kedalaman yang sangat dalam. Untuk keadaan

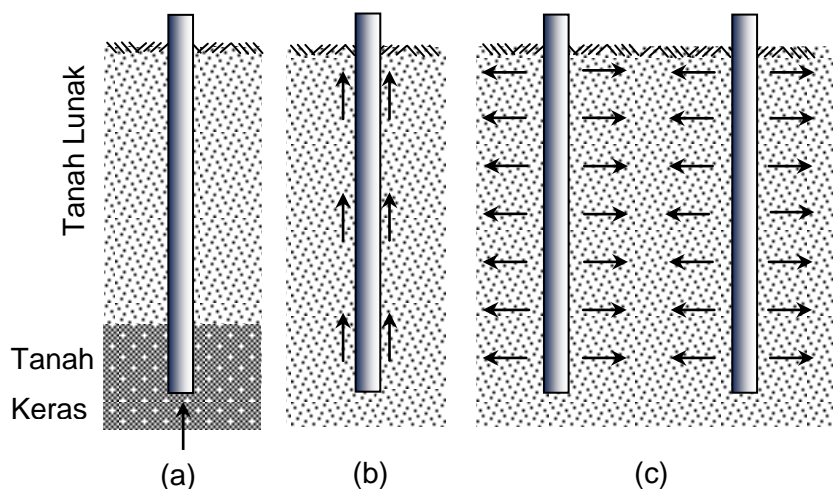
yang terakhir ini, perlawanan yang diberikan tiang hanya berasal dari gesekan antara permukaan tiang dan tanah di sekelilingnya. Tiang jenis ini biasa disebut sebagai *frictional files*.

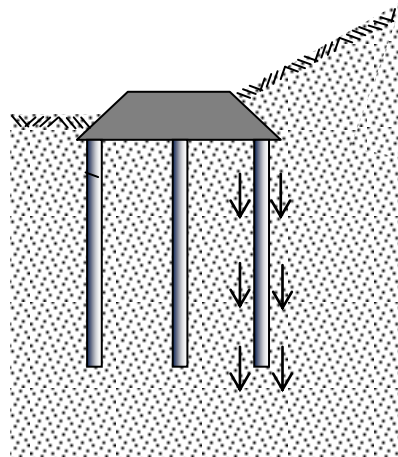
- b. Apabila pondasi harus memikul beban horizontal, seperti pada dinding penahan tanah atau bangunan berlantai banyak yang harus memikul beban angin dan pengaruh gempa.
- c. Pada tanah ekspansif, terlebih lagi jika tanah tersebut memiliki kedalaman yang cukup jauh dari permukaan tanah.
- d. Pada beberapa jenis struktur seperti menara transmisi, bangunan lepas pantai dan lantai *basement* yang berada dibawah muka air tanah.
- e. Pada kepala dan pilar jembatan, sebagai upaya untuk menghindari penurunan daya dukung karena pengaruh erosi.

Setelah membicarakan berbagai kondisi tanah, sifat muatan dan jenis struktur yang secara umum membutuhkan pondasi tiang, maka untuk lebih memahami berbagai jenis pondasi tersebut, berikut akan dikemukakan berbagai jenis tiang pancang berdasarkan klasifikasinya.

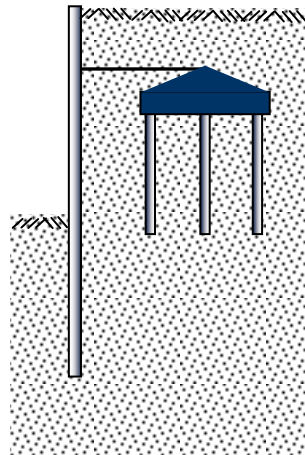
Klasifikasi Pondasi Tiang Berdasarkan Fungsinya.

Berdasarkan fungsinya pondasi tiang dapat dibedakan atas : (a) *end bearing file* (b) *friction file* (c) *compaction file*, (d) *tension* atau *uplift pile*, (e) *anchor pile*, (f) *fender file*, (g) *dolphins pile*, (h) *batter pile*, (i) *sheet pile* (Funmia, 1980)

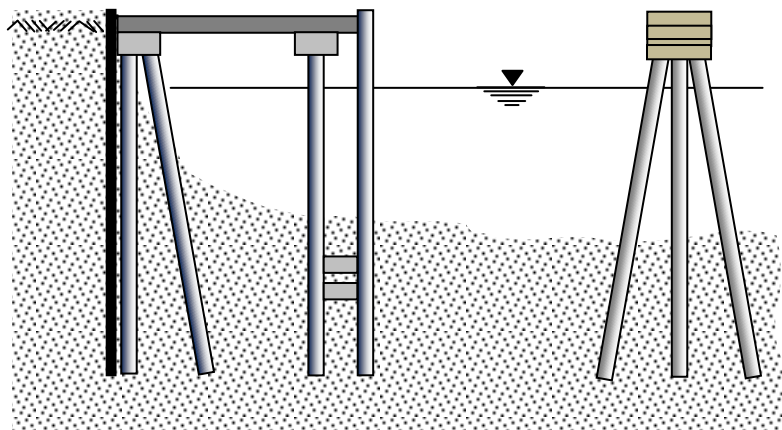




(d)



(e)



(i)

(h)

(f)

(g)

Gambar 37. Jenis-jenis Tiang Pancang

Sumber: Funmia (1980)

End bearing pile

Pondasi ini digunakan untuk menyalurkan beban melalui air atau tanah lunak ke lapisan tanah keras melalui tahanan ujung.

Friction pile

Adalah jenis pondasi tiang pancang yang dipakai untuk menyalurkan beban melalui geseran kulit (*skin friction*) antara permukaan tiang dengan tanah di sekelilingnya.

Compaction pile

Digunakan untuk memadatkan tanah berbutir yang tidak begitu padat agar daya dukungnya meningkat. Sesuai dengan fungsinya, pondasi jenis ini tidak dimaksudkan sebagai pemikul beban, karena itu bahannyapun dapat diambilkan dari bahan yang cukup lemah, kadang-kadang hanya terbuat dari pasir yang dimasukkan ke dalam tanah melalui sebuah tabung yang telah dipancang sebelumnya. Apabila kemudian tabungnya dicabut, tinggalah tiang-tiang pasir sebagai *compaction pile*.

Tension or uplift piles

Dipakai pada struktur yang harus menahan gaya angkat ke atas sebagai akibat dari tekanan hidrostatik atau momen putar.

Anchor pile

Pondasi ini digunakan untuk menahan gaya tarik horizontal yang bekerja pada dinding penahan ataupun konstruksi lainnya.

Sheet piles

Pada umumnya digunakan sebagai dinding pemisah atau dinding kedap air yang berfungsi untuk mengurangi pembesaran.

Batter piles

Dipakai untuk menahan gaya horizontal atau miring.

Klasifikasi Pondasi Tiang Berdasarkan Bahan dan Komposisinya.

Berdasarkan bahan dan komposisinya, tiang pancang dapat dibedakan atas: (a) tiang pancang baja, (b) tiang pancang beton, (c) tiang pancang kayu dan (d) tiang pancang komposit.

Tiang Pancang Baja

Secara umum, tiang pancang baja dapat dijumpai dalam bentuk pipa atau baja profil berpenampang H. Tiang pancang berbentuk pipa dapat dipancang dalam keadaan terbuka ataupun tertutup pada bagian ujungnya.

Khusus baja profil, balok baja berflens lebar serta yang berpenampang I juga dapat dipakai, namun lebih dianjurkan untuk menggunakan yang berbentuk H, karena baja jenis ini mempunyai ketebalan yang sama pada sayap dan flensnya.

Tiang Pancang Beton

Tiang pancang beton dapat dibedakan atas dua kategori : (1) *Precast piles* (2) *Cast-in-situ-piles*.

Tiang pancang *precast* dapat direncanakan dengan menggunakan perhitungan beton konvensional atau pra tekan. Dalam perencanaannya perlu diperhatikan, bahwa tiang pancang beton harus mampu menahan momen, baik momen pada saat pengangkatan ataupun pengangkutan dari tempat mencetaknya ke lokasi.

Tiang pancang *cast-in-situ* atau *cast-in-place* dibagi kedalam dua kategori, yaitu (1) *cased* dan (2) *uncased*.

Pembuatan *cased piles* dilakukan dengan terlebih dahulu memasukkan casing ke dalam tanah bersamaan dengan mandrel. Selanjutnya apabila kedalaman yang direncanakan telah dicapai, mandrel ditarik keluar dan casing diisi dengan adukan beton.

Mirip dengan pembuatan *cased piles*, pembuatan *uncased piles* juga dilakukan dengan terlebih dahulu memasukkan casing ke dalam tanah

sampai kedalaman yang direncanakan. Namun setelah casing berisi adukan beton, casing tersebut kemudian ditarik keluar secara bertahap.

TiangPancang Kayu

Berbeda dengan tiang pancang beton, yang panjang dan besarnya dapat direncanakan sesuai kebutuhan, tiang pancang kayu pada umumnya mempunyai panjang dan diameter yang terbatas. Khusus untuk ukuran panjang, walaupun sebenarnya kayu dapat disambung, namun bila keadaan tidak memaksa, maka penyambungan tersebut sebaiknya dihindari, terlebih lagi apabila tiang tersebut harus memikul gaya tarik.

Di samping hal tersebut, juga perlu diperhatikan bahwa tiang pancang kayu harus selalu berada di bawah permukaan air tanah, agar dapat bertahan dalam jangka waktu lama.

Tiang Pancang Komposit

Tiang pancang komposit dapat dibuat dari gabungan baja dan beton atau kayu dan beton. Untuk tiang pancang komposit baja-beton, dalam pemasangannya bagian baja dipasang pada bagian bawah dan betonnya pada bagian atas. Beton yang umum dipakai adalah beton *cased in place*. Tiang pancang komposit kayu-beton, dipasang mirip dengan komposit baja-beton, yaitu dengan meletakkan kayunya pada bagian bawah dan betonnya pada bagian atas. Tiang pancang komposit mempunyai kelemahan dalam hal penyambungan kedua jenis material di atas, dan hal ini pulalah yang menjadi alasan kurangnya pemakaian tiang pancang komposit di lapangan.

Memperkirakan Panjang Tiang

Secara umum panjang tiang akan dipengaruhi oleh beberapa hal. Salah satu diantaranya adalah tipe tiang. Untuk hal tersebut, dengan tidak mengurangi arti dari pengklasifikasian yang telah dikemukakan terdahulu, maka dalam upaya memperkirakan panjang tiang, tiang hanya dikelompokkan ke dalam tiga kategori, yaitu (1) *point bearing piles*, (2) *friction piles* dan (3) *compaction piles*.

Point bearing Piles

Apabila lapisan tanah keras berada pada kedalaman yang layak untuk sebuah tiang pancang, maka ujung tiang dapat ditempatkan di atas lapisan tersebut, atau dimasukkan beberapa meter ke dalamnya. Dalam kondisi di mana ujung ditempatkan di atas tanah keras, beban batas (Q_u) hanya akan dipengaruhi oleh daya dukung batas dari lapisan tanah keras. Pondasi jenis ini dinamakan *point bearing piles*, yang panjangnya dapat diperkirakan sama dengan kedalaman lapisan tanah kerasnya.

Disisi lain, jika tiang dimasukkan beberapa meter ke dalam lapisan tanah keras, beban batasnya akan dipengaruhi oleh daya dukung batas dari lapisan tanah kerasnya (Q_p), ditambah dengan perlawanan atau tahanan geser yang terjadi antara permukaan tiang dan tanah disekelilingnya (Q_s), atau $Q_u = Q_p + Q_s$. Panjang pondasi tipe ini dapat dihitung dengan akurat, apabila data tanahnya tersedia dan dapat dipercaya.

Friction Piles

Jika lapisan tanah keras berada jauh dari permukaan tanah, pemakaian *point bearing piles* akan menjadi sangat panjang dan tidak ekonomis. Untuk kondisi tanah yang seperti ini pondasi tiang umumnya dipancang sampai kedalaman tertentu, sehingga nilai $Q_u = Q_s$. Pondasi jenis ini biasanya disebut sebagai *friction piles*, yang panjangnya ditentukan oleh kekuatan geser tanah, besar muatan yang harus dipikul dan ukuran tiang.

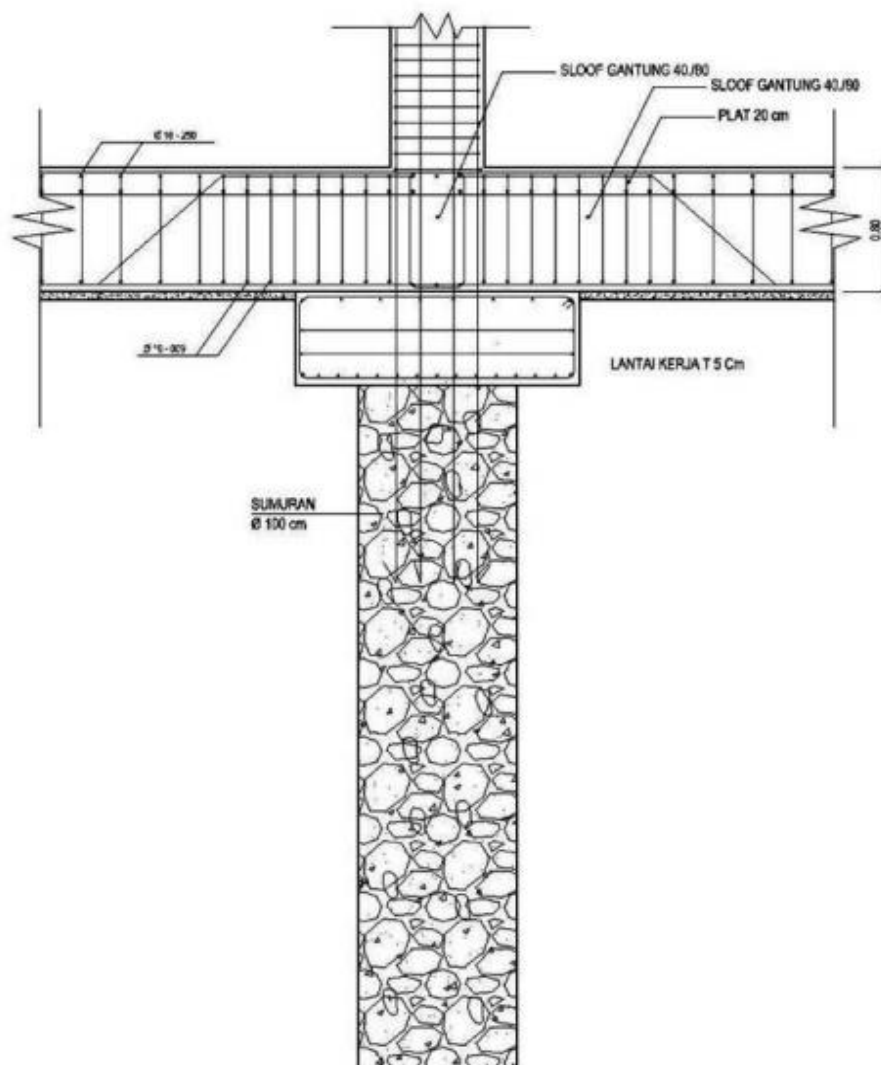
Compaction piles

Dalam keadaan tertentu, seperti pada tanah berbutir, tiang mungkin perlu dipancang, tetapi bukan untuk memikul beban, melainkan untuk menambah tingkat kepadatan tanah pada lapisan permukaan. Tiang seperti ini disebut *compaction piles*, yang panjangnya dipengaruhi oleh kepadatan relatif tanah sebelum dan yang diharapkan sesudah pemancangan, serta kedalaman pemadatan yang dibutuhkan. Pada umumnya, *compaction piles* tidak terlalu panjang, namun harus diperhatikan bahwa beberapa pengujian lapangan perlu dilakukan, agar

diperoleh gambaran yang jelas tentang kedalaman pemadatan yang dibutuhkan.

Pondasi Sumuran

Pondasi sumuran merupakan salah satu bentuk dari pondasi dalam. Disebut sebagai pondasi sumuran, karena bentuknya yang mirip dengan sumur, termasuk cara pembuatannya. Namun demikian, agar sumur tersebut dapat berfungsi sebagai pondasi, maka sumur yang telah dimasukkan ke dalam tanah kemudian diisi dengan adukan beton yang dicampur dengan batu kali/batu pecah..



Gambar 38. Pondasi Sumuran

Sumber: Sundoro, Andreswari dan Gunawan, (2014)

Menurut Das (2007), keuntungan menggunakan pondasi sumuran dapat dirinci seperti berikut.

1. Pondasi sumuran dapat digunakan sebagai pengganti kelompok tiang dengan pile cap..
2. Pada lapisan pasir padat dan kerikil pemasangan pondasi sumuran lebih mudah daripada pemancangan tiang.
3. Pondasi sumuran dapat dibangun sebelum menyelesaikan pembersihan lapangan
4. Pemasangan pondasi sumuran dapat menghindari getaran tanah yang akan mengakibatkan kerusakan pada bangunan disekitarnya, .
5. Pemasangan pondasi sumuran dapat menghindari naik turunnya tanah disekitar tiang, seperti pada pemasangan tiang pancang.
6. Tidak terjadi kebisingan seperti halnya pada pemasangan tiang pancang dengan hammer.
7. Karena dasar dari pondasi sumuran dapat diperbesar , maka hal ini dapat memberikan daya dukung yang lebih besar.
8. Tanah tempat pondasi sumuran dibangun dapat diperiksa secara visual diperiksa
9. Pembangunan pondasi sumuran umumnya menggunakan peralatan yang mudah dibawa dan sederhana, sehingga pada kondisi tanah yang tepat , terbukti lebih ekonomis daripada metode membangun pondasi tiang pancang
10. Pondasi sumuran memiliki tahanan yang tinggi terhadap beban lateral.

Pondasi Tiang Bor (*Bored Pile*)

Pada dasarnya, pondasi tiang bor adalah jenis lain dari pondasi tiang pancang beton bertulang yang digunakan untuk mendukung bangunan tinggi dengan beban vertikal yang berat. Di samping hal tersebut, pondasi ini juga termasuk ke dalam jenis pondasi yang dicor/dicetak di tempat. Berbeda dengan pondasi tiang pancang yang pada umumnya di cetak di pabrik.

Pondasi tiang bor dapat mencapai kedalaman lebih kurang 50 meter, yang pelaksanaan pemasangannya dilakukan dengan menggunakan mesin bor yang telah dirancang khusus untuk hal tersebut. Sehingga pada saat

pemasangannya, tidak akan menimbulkan getaran dan kebisingan yang tinggi, bila dibandingkan dengan pemasangan tiang pancang.

Untuk menghindari keruntuhan tanah, terutama pada tanah kohesif seperti pasir dan kerikil, pelaksanaan pemasangan tiang bor harus didukung dengan penggunaan casing. Casing yang digunakan umumnya berupa pipa baja dengan diameter lebih besar dari diameter lubang yang diinginkan. Casing tersebut dapat berupa casing permanen atau casing sementara. Namun mengingat bahwa keberadaan casing dapat mengurangi daya dukung friksi, maka akan lebih baik jika casing yang dipakai adalah casing sementara.

Sebagai pondasi yang diberi tulangan, maka sebelum pemasangan tulangan, dasar lubang harus dibersihkan dari kotoran atau lumpur akibat pengeboran. Untuk pembersihan ini biasanya dipergunakan *cleaning bucket* yang merupakan mata bor dengan fungsi sebagai pembersih. Setelah dasar lubang bersih pekerjaan diteruskan dengan pemasangan tulangan pondasi, yang kemudian dilanjutkan dengan pengecoran.

D. Aktivitas Pembelajaran

Titik berat aktivitas pembelajaran untuk modul ini adalah diskusi. Sehubungan dengan hal tersebut, maka sebelum mendiskusikan materi yang telah disediakan, peserta diklat diminta untuk membentuk kelompok dengan ketentuan sebagai berikut.

1. Setiap kelompok belajar terdiri dari 3- 4 orang peserta.
2. Memilih ketua, sekertaris dan anggota kelompok.
3. Membuat kesepakatan bahwa semua anggota kelompok harus berperan aktif, dan mempersiapkan diri dengan cara membaca terlebih dahulu materi pelajaran yang akan didiskusikan.

Aktivitas

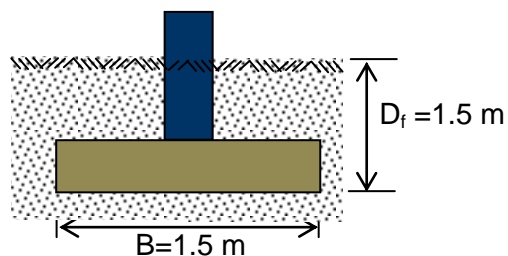
1. Kegiatan pembelajaran 5 ini, terdiri dari enam bahan bacaan. Terkait dengan hal tersebut, maka ketua kelompok diminta untuk membagikan keenam bahan bacaan tersebut kepada masing-masing peserta, dengan rincian sebagai berikut.

No	Peserta	Bahan Bacaan yang akan dibaca
1	Peserta 1	Bahan bacaan 1
2	Peserta 2	Bahan bacaan 2
3	Peserta 3	Bahan bacaan 3
4	Peserta 4	Bahan bacaan 4
5	Peserta 1 dan 2	Bahan bacaan 5
6	Peserta 3 dan 4	Bahan bacaan 6

- Setelah keenam bahan bacaan dibagi, maka setiap peserta diminta untuk memahami tugasnya masing-masing. Kemudian menjelaskannya kepada peserta yang lain.
- Kegiatan kemudian dilanjutkan dengan mengerjakan tugas 1 sampai 6 secara berkelompok.

Tugas 1.

Sebuah pondasi lajur seperti tergambar, mempunyai lebar 1,5 m. Jika pondasi tersebut akan didirikan di atas tanah dengan data sebagai berikut: $\phi = 0$; $\gamma = 17,2 \text{ KN/m}^3$; $C = 10 \text{ KN/m}^2$



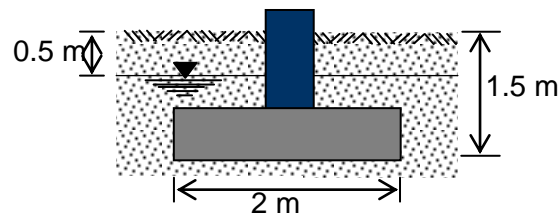
Hitung q_a dari pondasi, jika $SF = 3$

Tugas 2

Sebuah pondasi persegi dengan gambar seperti berikut, mempunyai ukuran 2 m x 2 m dan terletak pada kedalaman 1,5 m dari permukaan tanah. Apabila nilai $\gamma_1 = 17,8 \text{ KN/m}^3$;

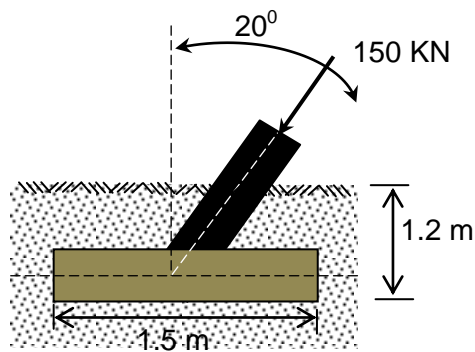
$\gamma_{sat} = 18,1 \text{ KN/m}^3$; $C = 10,2 \text{ KN/m}^2$; $\phi = 30^\circ$

Hitung beban izin yang dapat dipikul oleh pondasi tersebut.



Tugas 3

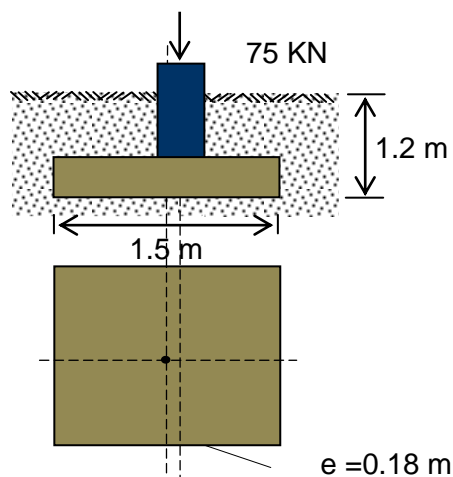
Sebuah pondasi persegi seperti tergambar mempunyai ukuran 1,5 m x 1,5 m dengan data tanah : $\gamma = 17,2 \text{ KN/m}^3$; $C = 13 \text{ KN/m}^2$; $\phi = 0$



Hitung angka keamanan dari pondasi

Tugas 4.

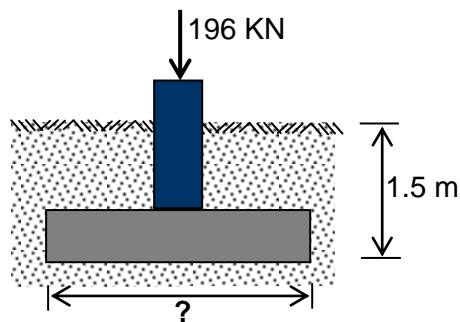
Hitung angka keamanan pondasi berikut terhadap keruntuhan tanah dasar, dengan menggunakan metoda lebar manfaat dan faktor reduksi, jika $\gamma = 16,5 \text{ KN/m}^3$; $C = 12 \text{ KN/m}^2$ dan $\phi = 0$:



Tugas 5

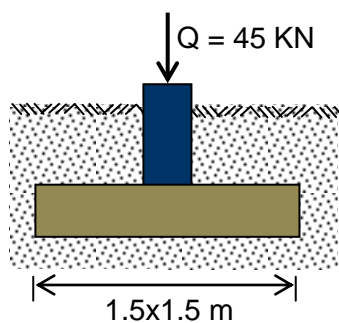
Tentukan ukuran pondasi berikut jika $\gamma = 16.5 \text{ KN/m}^3$;

$C = 12,5 \text{ KN/m}^2$; $\phi = 0$ dengan $SF = 3$



Tugas 6

Hitung dan gambarkan bentuk diagram tegangan kontak dari pondasi berikut, serta periksa berapa harga angka keamanannya terhadap keruntuhan tanah dasar. Dalam hal ini ditetapkan bahwa nilai Q telah termasuk berat pondasi dan tanah yang ada di atasnya, sedangkan $q_{ult} = 65,7 \text{ KN/m}^2$.



E. Latihan

Pondasi Dangkal

Latihan 1

Sebuah pondasi persegi ukuran 1,5 m x 1,5 m terletak pada kedalaman 1,2 m di bawah muka tanah, jika

$$\gamma = 16,8 \text{ KN/m}^3$$

$$C = 12 \text{ KN/m}^2$$

$$\phi = 0$$

$$SF = 3$$

Hitung q_a dari pondasi

Latihan 2

Sebuah pondasi persegi ukuran 1,8 m x 1,8 m, yang terletak pada kedalaman 1,5 m dari permukaan tanah, memikul beban titik sebesar 700 KN. Apabila data tanah adalah sebagai berikut:

$$\gamma = 16,5 \text{ KN/m}^3$$

$$C = 0; \quad \phi = 30^\circ$$

$$D_f = 1.2 \text{ m}$$

$$B = 1.5 \text{ m}$$

Hitung angka keamanan dari pondasi tersebut.

Pondasi Dalam

1. Jelaskan perbedaan pondasi dangkal dan pondasi dalam, jika ditinjau dari ukuran lebar dan kedalaman pondasi.
2. Jelaskan kapan pondasi dalam digunakan
3. Jelaskan mengapa pemasangan pondasi sumuran dapat menghindari getaran tanah yang akan mengakibatkan kerusakan pada bangunan disekitarnya.
4. Jelaskan fungsi casing pada pemasangan pondasi tiang bor.

F. Rangkuman

Secara umum pondasi dibedakan atas pondasi dangkal dan pondasi dalam. Menurut Terzaghi, kedua jenis pondasi tersebut dapat dibedakan atas

perbandingan kedalaman dan lebar pondasi. Pondasi dangkal adalah pondasi yang mempunyai kedalaman (D_f) sama atau lebih kecil dari ukuran lebarnya, sedangkan pondasi dalam adalah pondasi yang kedalamannya lebih besar dari lebarnya

Pondasi dangkal dapat dijumpai dalam berbagai bentuk dan ukuran, mulai dari pondasi batu kali, pondasi batu bata sampai dengan pondasi plat/telapak. Khusus untuk pondasi telapak dapat dibedakan atas: (a) pondasi telapak tunggal (*individual footing*), (b) pondasi telapak gabungan (*combined footing*), (c) pondasi memanjang (*continuous or wall footing*), (d) pondasi rakit (*mat or raft footing*), dan pondasi strap (*strap footing*)

G. Umpan Balik/Tindak Lanjut

Setelah mempelajari modul ini, secara umum saudara tentu telah memahami dasar-dasar perencanaan/perhitungan pondasi dangkal, baik itu yang berhubungan dengan bentuk, pengaruh muka air tanah, sifat beban dan eksentrisitas. Untuk lebih memahami perhitungan pondasi dangkal, saudara dapat mempelajarinya melalui buku-buku seperti yang tercantum pada daftar pustaka. Pada buku-buku tersebut, saudara akan menemukan formula-formula lain yang berhubungan dengan sifat beban, faktor bentuk dan kedalaman pondasi.

Khusus untuk pondasi dalam, pada modul ini pembicaraannya hanya sebatas jenisnya saja. Terkait dengan hal tersebut, saudara diminta menyempatkan diri untuk melakukan observasi terhadap pelaksanaan/pemasangan pondasi dalam.

Bagi pengampu mata pelajaran yang tidak berhubungan dengan materi modul, karena program ini adalah program yang sifatnya berkelanjutan, juga diminta untuk menyiapkan waktu untuk mempelajari materi yang sejenis dengan materi modul ini.

LEMBARAN KERJA	No : 008
MATERI	PONDASI

Tugas 1

Tugas 2

Tugas 3

Tugas 4

Tugas 5

Tugas 6

Evaluasi

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan penilaian autentik
2. Buatlah format penilaian untuk menilai indikator “ mampu menggambarkan pondasi batu kali”
3. Jika saudara ditugaskan untuk menilai hasil pemasangan saluran, jelaskan komponen apa saja yang menjadi sasaran penilaiannya, kemudian buatlah format penilaiannya
4. Data berikut adalah hasil analisis saringan dan pengujian batas-batas konsistensi serta Cc dan Cu dari 2 jenis tanah.

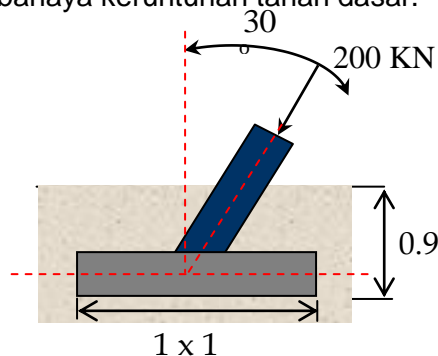
Saringan no:	Persentase tanah yang lolos saringan untuk tanah	
	I	II
4	66	62
10	58	57
20	47	48
40	40	30
60	32	22
100	31	11
200	20	2
LL	55	-
PL	40	-
Cc		3
Cu		8

Klasifikasikan tanah tersebut diatas menurut klasifikasi USCS

5. Klasifikasikan tanah dengan data berikut kedalam sistem AASHTO

Lolos Saringan no	Tanah A	Tanah B	Tanah C	Tanah D
10	40 %	50%	80%	100%
40	25%	30%	65%	70%
200	10%	25%	36%	40%
LL		39%	42%	45%
PI	4%	9%	8%	12%

6. Jelaskan cara pengujian kadar lumpur dan kadar organik pasir menurut SNI.
7. Jelaskan fungsi profil pada pemasangan saluran
8. Jelaskan dengan gambar apa yang dimaksud dengan kemiringan 2%
9. Pada saat pemasangan batu kali untuk saluran, titik berat batu kali tersebut harus mengarah ke bagian luar saluran atau ke arah tanah yang di kiri/kanan saluran. Jelaskan mengapa demikian!
10. Jelaskan fungsi batu kosong yang dipasang sebelum pemasangan batu kali.
11. Rencanakan ukuran tembok penahan jenis *cantilever wall*, jika ketinggiannya adalah 1.5 m
12. Jelaskan perbedaan antara tembok penahan jenis *cantilever wall* dengan *Counterfort Wall*
13. Sebuah pondasi lajur dengan lebar 1 m, akan didirikan pada kedalaman 0,8 m dari permukaan tanah. Apabila hasil pengujian laboratorium memberikan data seperti berikut : $\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$; $C = 60 \text{ KN/m}^2$ dan $\phi = 25^\circ$
Hitung daya dukung izin pondasi tersebut jika $SF = 3$
14. Sebuah pondasi persegi ukuran 3 x 3 m, dengan $D_f = 2,5 \text{ m}$ akan didirikan di atas tanah dengan $\gamma = 19 \text{ KN/m}^3$; $C = 90 \text{ KN/m}^2$ dan $\phi = 0$ jika muka air tanah mempunyai ketinggian yang sama dengan muka tanah, hitung qult pondasi tersebut.
15. Sebuah pondasi direncanakan akan dibangun diatas lapisan pasir yang memiliki harga $\phi = 21 \text{ KN/m}^3$; $\phi = 35^\circ$. Apabila $D_f = 1.5 \text{ m}$ dan beban yang harus dipikul oleh pondasi = 1500 KN, tentukan ukuran pondasinya (ambil $SF = 3$).
16. Pondasi dengan ukuran dan beban seperti tergambar, akan didirikan di atas tanah dengan $\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$ dan $C = 80 \text{ KN/m}^2$, hitung angka keamanan pondasi terhadap bahaya keruntuhan tanah dasar.



Penutup

Keyakinan adalah modal utama seorang penulis. Yakin bahwa apa yang ditulisnya sudah memenuhi tujuan. Demikian pula dengan penulis. Penulis yakin bahwa kegiatan pembelajaran pada modul ini telah sesuai dengan kompetensi pedagogik dan profesional yang diharapkan dapat dikuasai oleh peserta diklat. Namun demikian, penilaian terakhir tentu saja terletak pada pembaca. Apakah modul ini sudah sesuai atau belum dengan kompetensi yang dimaksud.

Terkait dengan hal tersebut, penulis sangat mengharapkan adanya kritikan dan saran untuk penyempurnaan modul ini pada masa mendatang. Karena tanpa adanya kritikan dan saran, penulis yakin bahwa modul ini tidak akan pernah mampu mencapai sasarannya dengan optimal.

DaftarPustaka

- Bowles, Joseph E. *Sifat- sifat fisis dan geoteknis tanah*. Erlangga, Jakata, 1986
- Das, Braja M. *Principles of foundation engineering*. PWS-KENT Publishing Company. Boston,1994
- Dirjendikdas. (2014). *Panduan Penilaian Pencapaian Kompetensi Peserta Didik Sekolah Menengah Pertama*. Direktorat Pembinaan SMP: Jakarta
- Funmia,B.C.(1980).*Soil mechanics and foundations*. Delhi: Standard Book House
- Khan, Z. (2015). Bearing capacity of Soil (With Diagram). Diakses tanggal 18 Desember 2015 dari www.yourarticlelibrary.com/soil/bearing-capacity-of-soil-with-diagram/4.
- Kepmen PU. Nomor : 269. KPTS/M 12006, tgl. 12 Juli 2006, Tentang Perencanaan Sistem Drainase Jalan
- Lawalata, G. M. *Modul perancangan drainase jalan*: Jakarta: Dept. PU
- Liu, C., Evett, J.B. (1992).*Soil and foundations*. New Jersey: Prentice Hall Inc
- Murthy, V.N. S. (2003). *Geotechnical engineering*. New York: Marcel Dekker
- Ozcan, M. (1996). Improving teacher performance: Toward a theory of teacher motivation. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, New York, NY
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 104 Tahun 2014 Tentang Penilaian Hasil Belajar Oleh Pendidik Pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 66 tahun 2013 tentang Standar Penilaian
- Ravishankar, R. (2015).R.C.C. foundation. Diakses tanggal 18 Desember 2015 dari www.academia.edu/9445602/R.C.C_Foundations
- Ridwan. (2014). Kata Kerja Operasional (KKO) K-13. Diakses tanggal 9 Desember 2015 dari <https://ridwan202.wordpress.com/2014/.../kata-kerja-o..>
- SNI 03-2816-1992. Metode pengujian kotoran organik dalam pasir untuk campuran mortar atau beton.
- SNI 03-6861.1-2002. Spesifikasi bahan bangunan-bagian A bahan bangunan bukan logam

Sundoro, R., Andreswari, D., dan Gunawan, A. (2014). Implementasi metode simpel additive weighting pada sistem pendukung keputusan penentuan jenis pondasi dengan simulasi alternatif berbasis 3D. *Jurnal Teknologi Informasi*, 10 , 220-227.

Venkatramaiah,.C.(2006).*Geotechnical engineering*.New Delhi: New Age International

Glosarium

LAMPIRAN

Lampiran 1.

Kunci Latihan

Aspek-aspek Penilaian

1. Berbeda dengan kurikulum sebelumnya, yang lebih menekankan penilaiannya pada aspek pengetahuan dan keterampilan teknis. Pada kurikulum 2013 sasaran penilaian adalah aspek sikap, pengetahuan dan keterampilan.
2. Maksudnya bahwa pada kurikulum 2013, penilaian dilakukan dengan cara membandingkan skor yang diperoleh peserta didik dengan suatu acuan atau patokan yang telah ditetapkan sebelumnya. Hal ini berbeda dengan acuan normal, yang membandingkan skor yang diperoleh peserta didik dengan skor peserta didik lainnya.
3. “Sahih” sebagai salah satu prinsip penilaian adalah kesesuaian antara materi ujian dengan materi pembelajaran. Jika diibaratkan dengan pengukuran berat, pengukuran dikatakan sah apabila untuk mengukur berat digunakan timbangan, bukan meter.
4. Kata kerja operasional adalah kata kerja yang dapat diukur/diamati keterlaksanaannya. Contoh “menyebutkan”. adalah hal yang dapat diamati, berbeda dengan “mengetahui” yang keterlaksanaannya tidak dapat diamati.
5. Ketuntasan penguasaan substansi adalah ketuntasan penguasaan peserta didik atas KD tertentu pada tingkat penguasaan minimal atau di atasnya.

Kunci Latihan

Tanah dan Pondasi

Latihan1

Berdasarkan harga LL dan PL akan diperoleh harga IP, yaitu $60\% - 40\% = 20\%$. Kembali kepada bagan plastisitas, tarik garis lurus ke atas melalui nilai LL = 60 %, kemudian tarik sebuah garis horizontal ke kanan dari nilai IP = 20

%. Ke dua garis ini akan berpotongan pada daerah MH or OH. Untuk sementara anggaplah bahwa tanah adalah MH atau OH.

Latihan2

IP adalah $40\% - 15\% = 25\%$. Selanjutnya dari nilai $LL = 40$, tarik garis lurus keatas, lalu dari nilai $IP = 25\%$, tarik garis horizontal ke kanan. Kedua garis tersebut akan berpotongan di daerah CL or OL. Sama seperti latihan 1, untuk sementara anggaplah bahwa tanah adalah CL atau OL

Pada latihan 1 dan 2 di atas, tanahnya "*baru dianggap*" MH or OH, dan CL or OL. Dalam mekanika tanah tidak dikenal adanya tanahyang memiliki simbol MH or OH.

Untuk latihan 1 mestinya "MH" saja atau "OH" saja, demikian pula dengan latihan 2, mestinya "CL" saja atau "OL" saja

Untuk mendapatkan simbol seperti di atas, maka pengujian batas cair (LL) di ulangi lagi, tetapi tanahnya adalah tanah yang telah di kering ovenkan.

Melalui pengujian ini akan diperoleh LL yang baru, yang disebut dengan *LL oven dry*. Sedangkan pengujian LL yang dilakukan pada langkah 3 klasifikasi unified , disebut dengan *LL not oven dry*

Kembali kepada latihan 1, jika hasil bagi *LL not oven dry* dengan *LL oven dry*. $< 0,75$, maka tanahnya adalah OH. Dan sebaliknya jika hasil tersebut $\geq 0,75$ maka tanahnya adalah MH.

Latihan 3

Untuk tanah I

Yang lolos saringan no. 200 $< 50\%$; berarti tanah berbutir kasar; pasir atau kerikil ? . Untuk mengetahuinya lihat yang lolos saringan no. 4, ternyata $> 50\%$ (55%), dengan demikian tanahnya adalah pasir (S).

Selanjutnya lihat kembali perentase tanah yang lolos saringan no. 200, jumlahnya adalah 3% atau < 5 , jadi tanah berada pada daerah I. Untuk tanah yang berada pada daerah I, diperlukan uji Cu dan Cc. Dalam hal ini $Cu = 7$ dan $Cc = 2$ Langkah berikutnya adalah menyesuaikan nilai Cu dan Cc yang diperoleh dengan nilai Cc dan Cu pada Tabel 11

Pada tabel, harga Cc untuk pasir bergerak dari 1 s/d 3. Jadi nilai Cc tanah I sesuai dengan harga yang ada dalam tabel.

Harga Cu = 7, harga ini juga sesuai dengan tabel, karena pada tabel harga Cu > 6. Bila kedua nilai tersebut sesuai dengan nilai yang ada pada tabel, maka simbol tanah ditambah dengan huruf W (*Well graded* atau bergradasi baik). Dengan demikian simbol tanah I adalah SW, yaitu pasir bergradasi baik

Tanah II

Yang lolos saringan no. 200 < 50 %; berarti tanah berbutir kasar; pasir atau kerikil ? . Untuk mengetahuinya lihat yang lolos saringan no. 4, ternyata < 50% (40%), dengan demikian tanahnya adalah kerikil (G)

Berdasarkan perentase tanah yang lolos saringan no. 200, yang jumlahnya adalah 10% atau antara 5 dan 12, maka tanah berada pada daerah II.. Untuk tanah yang berada pada daerah II, diperlukan uji Cu dan Cc. serta LL dan PL. Harga Cu = 3 ; Cc = 2; LL = 40 % ; PL = 15 %

Melalui penyesuaian nilai Cu yang diperoleh dengan nilai Cu tabel , diketahui bahwa nilai Cu tidak sesuai dengan harga yang ada pada tabel , karena dalam tabel dinyatakan 4, sementara tanah II punya nilai Cu = 3.

Jika salah satu nilai tidak sesuai dengan nilai yang ada pada tabel, baik itu nilai Cc ataupun Cu, maka simbol tanah ditambah dengan P (*Poorly Graded* atau bergradasi jelek). Dengan penambahan huruf P, untuk sementara simbol tanah II adalah GP (kerikil bergradasi jelek).

Selanjutnya dengan menggunakan nilai LL dan PL di atas akan diperoleh nilai IP, yaitu 25 %. Harga LL dan IP ini kemudian masukkan kedalam bagan plastisitas (lihat contoh 1 dan 2). Dari bagan plastisitas, diketahui bahwa tanahnya adalah CL.

Berikut dibelakang huruf G tambahkan lagi huruf C sehingga menjadi GC. Dengan menggabung kedua symbol ini yaitu GP dan GC, maka akan diperoleh simbol tanah II yaitu GP - GC (*Poorly graded gravel with clay*)

Tanah III

Untuk tanah III yang lolos saringan no. 200 adalah $< 50\%$, sehingga tanah inipun adalah tanah berbutir kasar. Dan karena yang lolos saringan no 4 adalah $> 50\%$ (60%), maka tanahnya adalah pasir (S). Berdasarkan persentase yang lolos saringan no. 200, yaitu $> 12\%$, dengan sendirinya tanah ini berada pada daerah III. Untuk tanah pada daerah III, yang perlu ditentukan hanya harga LL dan PL. Dalam hal ini harga LL dan PL sama dengan contoh II, maka simbol tanahnya adalah SC (pasir bercampur lempung)

Latihan 4

Penyesuaian hasil analisis saringan dan pengujian batas-batas konsistensi dimulai dari kelompok A-1-a. Perhatikan tabel berikut

Lolos Saringan no	Tanah kelompok A-1-a (%)	Hasil Pengujian (%)
10	50 max	45
40	30 max	40
200	15 max	30
LL		35
PI	6 max	9

Untuk saringan no. 10, hasil pengujian sesuai dengan tanah kelompok A-1-a, atau dapat diterima, dengan alasan bahwa untuk kelompok A-1-a, tanah yang lolos maksimum boleh sampai dengan 50% , sedangkan hasil pengujian hanya 45% .

Untuk saringan no. 40, hasil pengujian tidak sesuai dengan tanah kelompok A-1-a, dengan alasan bahwa untuk kelompok A-1-a, tanah yang lolos maksimum hanya boleh 30% , sedangkan hasil pengujian adalah 40% . Berdasarkan hal tersebut, maka penyesuaian dialihkan ke tanah A-1-b.

Untuk tanah A-1-b, ketidak sesuaian juga ditemukan, yaitu untuk tanah yang lolos saringan no. 200. Hasil pengujian adalah 30% , sedang yang dipersyaratkan maksimum hanya boleh 15% .

Penyesuaian dilanjutkan lagi secara berurutan, sampai hasil pengujian sesuai dengan nilai –nilai yang ada pada tabel AASHTO. Dan untuk tanah dengan data seperti di atas, kesesuaian tersebut diperoleh pada tanah kelompok A-2-4.

Setelah kelompok tanah diperoleh, pekerjaan berikutnya adalah menghitung indeks kelompok (GI). Misalkan didapat harga $GI = 0$, maka simbol tanah tersebut selengkapya adalah A-2-4 (0)

Catatan :

1. Indeks kelompok harus merupakan bilangan bulat, $< 0,5$ di bulatkan kebawah dan $\geq 0,5$ dibulatkan ke atas.
2. Contoh : 5,3 , di jadikan 5; dan 5,5 di jadikan 6
3. Indeks kelompok tidak boleh mempunyai nilai negatif
4. Contoh : -1, -2 dst di jadikan 0.
5. Indeks kelompok tanah A-1-a; A-1-b; A-2-4; A-2-5 dan A-2-6; dan A-3 adalah 0 (nol)
6. Khusus untuk tanah A-2-6 dan A-2-7, rumus untuk menghitung indeks kelompoknya adalah
7. $GI = 0,01(F_{200} - 15)(PI - 10)$

Kunci Latihan

Alat dan Bahan Pondasi Batu Kali/Gumung dan Bata

1. C
2. Pengujian kadar lumpur dan kadar organik

Kunci Latihan

Saluran dan Tembok Penahan

1. Untuk daerah perkotaan, banjir dapat terjadi karena berkurangnya lahan tadah hujan, sebagai akibat dari maraknya pembangunan fisik. Hal lain yang juga turut memicu banjir, adalah karena kurang optimalnya perencanaan saluran drainase

2. Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan untuk mengalir dari titik terjauh menuju suatu titik tertentu yang ditinjau pada daerah pengaliran
3. *Jari-jari hidrolis*(R) adalah rasio luas basah dengan keliling basah atau $R = F/P$
4. *Tembok penahan* dapat dibedakan atas beberapa jenis atau bentuk dasar, seperti: a) *Gravity retaining walls*, b) *Semi-Gravity retaining walls*, c) *Cantilever retaining walls*, d) *Counterfort retaining walls*, e) *Butressed retaining walls* dan f) *Sheet pile retaining walls*.

Kunci Latihan

Pondasi

Jawaban Latihan 1

$$q_{ult} = 1.3 C N_c + q N_q + 0.4 B \gamma N_\gamma$$

$$\text{Untuk } \phi = 0; N_c = 5,7; N_q = 1; N_\gamma = 0$$

$$q = \gamma \cdot D_f$$

$$= 16,8 \text{ KN/m}^3 \cdot 1,2 \text{ m}$$

$$= 20,16 \text{ KN/m}^2$$

$$q_{ult} = (12) (57) (20,16) (1) + 0$$

$$= 35,78 \text{ KN/m}^2$$

$$q_a = \frac{35,78 \text{ KN/m}^2}{3}$$

$$= 11,92 \text{ KN/m}^2$$

Jawaban Latihan 2

$$q_{ult} = 1.3 C N_c + q N_q + 0.4 B \gamma N_\gamma$$

$$\text{Untuk } \phi = 30^\circ; N_c = 37,2; N_q = 22,5; N_\gamma = 19,7$$

$$q = \gamma D_f$$

$$= 16,5 \text{ KN/m}^3 \cdot 1,5 \text{ m}$$

$$= 24,75 \text{ KN/m}^2$$

$$q_{ult} = (1,3) (0) (37,2) + (24,75) (22,5) + (0,4) (1,8) (16,5)(19,7)$$

$$= 0 + 61,875 + 585,49$$

$$= 667,365 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Tekanan akibat beban} = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{700 \text{ KN}}{1,8 \times 1,8 \text{ m}^2}$$





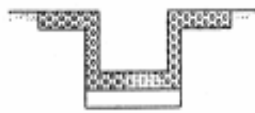
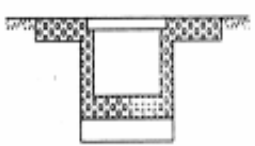

$$= 216,049 \text{ KN/m}^2$$

Angka keamanan (SF) terhadap keruntuhan tanah dasar

$$= \frac{q_{ult}}{\text{tekanan akibat beban}}$$

$$SF = \frac{667,365 \text{ KN/m}^2}{216,049 \text{ KN/m}^2} = 3.08 > 3 \text{ (aman)}$$

Lampiran 2 : Tipe Penampang Saluran

No	Tipe Selokan Samping	Potongan Melintang	Bahan Yang Dipakai
1	Bentuk Trapesium		Tanah Asli
2	Bentuk Segitiga		Pasangan batu kali atau tanah asli
3	Bentuk Trapesium		Pasangan batu kali
4	Bentuk Segi empat		Pasangan batu kali
5	Bentuk Segi empat		Beton bertulang pada bagian dasar diberi lapisan pasir \pm 10 cm
6	Bentuk segi empat		Beton bertulang pada bagian dasar diberi lapisan pasir \pm 10 cm, pada bagian atas ditutup dengan plat beton bertulang
7	Bentuk Segi empat		Pasangan batu kali pada bagian dasar diberi lapisan pasir \pm 10 cm, pada bagian atas ditutup dengan plat beton bertulang

Sumber : Kepmen PU. Nomor : 269. KPTS/M 12006