

## KATA PENGANTAR

Modul dengan judul “ Menguji Kuat Dukung Tanah” merupakan bahan ajar yang digunakan sebagai panduan praktikum peserta diklat (siswa) Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) untuk membentuk salah satu bagian dari kompetensi Melaksanakan Perhitungan Pengendalian Mutu Bahan dan Pasangan.

Modul ini mengetengahkan teori dan praktek tentang pengujian kuat dukung tanah dengan menggunakan *Standard Penetration Test* (SPT), *Cone Penetration Test* (CPT), *Loading Test*, serta cara menggunakan alat yang disertai dengan langkah-langkah praktis.

Modul ini terkait dengan modul lain yang membahas Menguji Bahan-bahan Adukan, Menguji Adukan, dan Menguji Bahan Jadi Bangunan.

Dengan modul ini, peserta diklat dapat melaksanakan praktik tanpa harus banyak dibantu oleh instruktur.

Tim Penyusun

## DESKRIPSI JUDUL

Modul ini terdiri dari 3 (tiga) kegiatan belajar, yang mencakup :  
Kegiatan Belajar 1 : Uji Penetrasi Standar (*Standar Penetration Test*),  
Kegiatan Belajar 2 : Pengujian Penetrasi Kerucut (*Cone Penetration Test*),  
Kegiatan Belajar 3 : Pengujian Beban Lapangan (*Plate Bearing Test*).

Pada kegiatan belajar 1 membahas tentang pengujian pengeboran tanah, pada kegiatan belajar 2 membahas tentang pengujian dengan menggunakan alat sondir, kegiatan belajar 3 membahas tentang pengujian beban di lapangan untuk mendapatkan daya dukung puncak pada suatu lapisan tanah.

## PETA KEDUDUKAN MODUL

Diagram yang menunjukkan kedudukan modul dalam keseluruhan program pembelajaran pada program keahlian

## **PRASYARAT**

Agar dapat lebih memahami tentang daya dukung tanah, sebelumnya harus difahami tentang sifatsifat umum tanah (*soil properties*). Hal ini ada di dalam materi mekanika tanah atau geologi teknik khususnya tentang tanah yang mempunyai diameter butiran lebih kecil dari 10 cm.

Materi tambahan juga harus dikuasai yaitu tentang mekanika teknik khususnya tegangan dan regangan untuk material bahan bangunan.

Sedangkan untuk analisa hasil investigasi diperlukan sedikit kemampuan matematik untuk memperoleh penyelesaiannya.

## DAFTAR ISI

	Hal
JUDUL .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DESKRIPSI JUDUL .....	iii
PETA MODUL .....	iv
PRASYARAT .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR ISTILAH / GLOSSARY .....	vii
PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL .....	viii
TUJUAN .....	ix
KEGIATAN BELAJAR 1 .....	1
KEGIATAN BELAJAR 2 .....	4
KEGIATAN BELAJAR 3 .....	7
LEMBAR EVALUASI .....	9
LEMBAR KUNCI JAWABAN .....	10
DAFTAR PUSTAKA .....	15

## PERISTILAHAN/GLOSSARY

A	= luas dasar pondasi atau luas dasar beban
B	= lebar pondasi
b	= lebar atau diameter pelat pengujian
N	= jumlah pukulan dalam pengujian SPT
N'	= nilai jumlah pukulan dalam pengujian SPT tereduksi
N <sub>c</sub> '	= konstanta yang nilainya diantara 5 sampai 70, tergantung dari macam tanah dan OCR. (Umumnya diambil 9 sampai 15).
P <sub>o</sub> '	= tekanan overburden efektif pada kedalaman mata konus
P <sub>u</sub>	= beban ultimit
q <sub>a</sub>	= daya dukung diijinkan untuk penurunan 2.54 cm (1 inci)
q <sub>b</sub>	= daya dukung ultimit dari pengujian beban pelat
q <sub>B</sub>	= daya dukung ultimit pondasi skala penuh.
q <sub>c</sub>	= tahanan konus (kg/cm <sup>2</sup> )
q <sub>u</sub>	= daya dukung ultimit
S <sub>b</sub>	= penurunan pada pelat uji dengan lebar b
S <sub>B</sub>	= Penurunan pada pondasi dengan lebar B
P	= beban total pada area dukungan seluas A
A	= luas pondasi atau pelat
q	= tegangan kompresi di bawah A
s	= tegangan geser satuan pada batas pinggir
K	= keliling luasan pondasi

## **PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL**

Cara penggunaan modul ini akan disampaikan tahap demi tahap dengan harapan dapat dengan mudah untuk diikutinya, yaitu :

1. Bacalah teori tentang mekanika tanah yang ada kaitannya dengan sifat-sifat umum tanah, agar dapat diperoleh pengertian dasar sifat-sifat mekanika tanah dengan dunia teknik sipil.
2. Fahami tentang alat-alat yang digunakan dan fungsinya serta langkah-langkah mengoperasikannya. Bedakan alat yang digunakan antara alat bantu, alat pokok dan alat sebagai pengukuran, sebab masing-masing mempunyai karakteristik yang berbeda-beda.
3. Sebelum melakukan pengujian perlu difahami tentang langkah-langkah atau prosedur yang harus dikuasai terutama yang berkaitan dengan kecepatan menggerakkan alat, kemampuan batas alat pengukuran.
4. Diskusi kelompok harus aktif untuk memperoleh jawaban yang tepat dari semua prosedur pengujian tersebut, sehingga kerugian akibat kelalaian pelaksanaan yang salah dapat dihindarkan.

## TUJUAN

### 1. Tujuan akhir

Siswa diharapkan dapat menguasai cara pengujian SPT, CPT dan *Loading Test* sesuai dengan prosedur yang disyaratkan dengan baik dan benar.

Siswa dapat menyajikan data hasil pengujian dengan lengkap untuk dianalisa kuat dukung tanah yang diuji kekuatannya.

### 2. Tujuan antara

Siswa dapat menguasai cara pengujian SPT, CPT dan *Loading Test* sesuai dengan prosedur yang disyaratkan.

Siswa dapat menyajikan data hasil pengujian dengan lengkap dan dianalisa kuat dukung tanah yang diuji kekuatannya.



## KEGIATAN BELAJAR 1

### UJI PENETRASI STANDAR (*Standard Penetration Test*)

Uji penetrasi standar ini dikembangkan pada tahun 1927 dan merupakan sarana yang paling populer dan ekonomis untuk memperoleh informasi jenis dan kekuatan tanah dari suatu lapisan bawah permukaan tanah. Yang diperkirakan antara 80 sampai dengan 90 persen dari rancang pondasi konvensional di Amerika dibuat dengan SPT. Dan telah dibakukan sebagai ASTM D 1586 sejak tahun 1958 dan sampai dengan sekarang telah mengalami revisi-revisi secara berkala untuk memperoleh kesempurnaan.

Pengujian ini terdiri dari :

1. Alat pengambilan contoh tanah dengan kedalaman mulai 18 inci (460 mm).
2. Perhitungan jumlah pukulan untuk memasukan tabung sedalam 12 inci (305 mm) dan terakhir untuk memperoleh nilai N.
3. Palu pendorong dengan berat sebesar 63,5 kg (140 lbs) dengan ketinggian jatuh bebas 760 mm ( 30 inci).

Untuk lapisan permukaan yang terdiri dari lapisan lempung, lanau atau pasir dapat dimulai dengan bor spiral dari *common auger* dengan diameter 1 7/8", *close auger* dengan diameter 2 1/2" yang dilaksanakan dengan cara pengeboran sistem kering. Dari hasil pengalaman pengeboran lebih baik dengan menggunakan *common auger* dengan diameter 1 7/8" , yang dilakukan untuk setiap 40 cm sampai kedalaman 2 m atau 3 m. Kemudian diadakan pencucian (*washing*) sampai kedalaman tersebut dengan maksud untuk melebarkan lubang bekas bor untuk persiapan pemasangan mata bor yang lebih besar dan pipa pelindung dinding (*casing*).

Sedangkan untuk lapisan permukaan tanah yang terdiri dari campuran kerakal, kerikil dan pasir kasar yang bersifat lepas, pada saat pembuatan lubang langsung dipasang pipa pelindung. Untuk membersihkan lubang dipakai *three cone bit* .

Pengambilan sampel tanah asli pada umumnya dilakukan untuk tanah jenis lempung, lanau, pasir kelempungan atau pasir kelanauan dengan menggunakan alat tabung berdinding tipis dengan diameter 75 mm dan panjangnya 78 cm.

Setelah pengambilan sampel kemudian dilakukan percobaan penetrasi standar untuk mengetahui kekuatan lapisan tanah pada kedalaman tersebut.

Alat yang digunakan :

1. Batang bor
2. *Split spoon sampler*
3. Penumbuk dengan berat 63,5 kg
4. Batang peluncur penumbuk panjang minimum 105 cm
5. Kepala batang penumbuk
6. Ring penumbuk
7. Kunci pipa

Kesehatan dan Keselamatan Kerja

1. Gunakan pelindung kepala (*helmet*)
2. Pakain kerja yang memenuhi syarat

Langkah Kerja

1. Bersihkan lubang bor sampai kedalam dasar
2. Pasang *Split spoon sampler* pada batang bor
3. Turunkan batang bor sampai ke dasar lubang dan beri tanda setiap kedalaman 15 cm sampai 3X dari permukaan tanah ke atas
4. Sambung batang ini dengan unit kepala penumbuk dan penumbuk serta batangnya
5. Tumbukkanlah batang penumbuk dengan tinggi jatuh 76 cm, dan catatlah jumlah tumbukan untuk setiap masuk kedalam tanah sebesar 15 cm sampai 15 X 3, yaitu N1, N2 dan N3 (nilai N = N2 + N3).
6. Angkatlah split spoon perlahan-lahan agar tanah sampel tidak terlepas.

Lembar Latihan

1. Sebutkan alat yang digunakan dalam uji SPT, serta terangkan kegunaan alat tersebut.
2. Sebutkan langkah kerja uji SPT.
3. Bagaimana untuk memperoleh nilai N.
4. Jika sudah dipeoleh nilai N berapa besar daya dukung tanah pada lapisan tersebut.

## KEGIATAN BELAJAR 2

### PENGUJIAN PENETRASI KERUCUT (*CONE PENETRATION TEST*)

Pengujian penetrasi kerucut yang sering juga disebut **sondir**, yang biasa digunakan adalah *Dutch Cone Penetrometer* dengan bikonis jenis Begemann yang berkapasitas maksimum  $250 \text{ kg/cm}^2$ . Alat ini dapat menunjukkan tingkat kepadatan lapisan tanah yang dicapai dengan ujung konus dan gesaran setempat yang diukur dengan mantel konus.

Keuntungan dari alat ini adalah :

1. Dapat dengan cepat menentukan lapisan keras
2. Dapat diperkirakan perbedaan lapisan
3. Dengan menggunakan rumus empiris hasilnya dapat digunakan untuk menghitung daya dukung tiang.
4. Cukup baik untuk digunakan pada lapisan tanah yang berbutir halus.

Kerugian dari alat ini adalah :

1. Jika terdapat batuan lepas dapat memberikan indikasi lapisan tanah keras yang salah
2. Tidak dapat mengetahui jenis tanah secara langsung
3. Jika alat tidak lurus dan konus tidak bekerja dengan baik maka hasil yang diperoleh dapat meragukan.

Alat yang digunakan :

1. Mesin sondir
2. Satu set stang sondir lengkap dengan stang dalam yang panjangnya masing-masing 1 m
3. Manometer dengan kapasitas  $0-60 \text{ kg/cm}^2$  dan  $0-250 \text{ kg/cm}^2$
4. Satu buah bikonus dan satu buah paten konus
5. Satu set angker

6. Kunci pipa, kunci plunyer, palu, kunci manometer dan *waterpass*
7. Minyak hidrolik SAE 10.

#### Kesehatan dan Keselamatan Kerja

1. Gunakan pelindung kepala (*helmet*)
2. Pakain kerja yang memenuhi syarat

#### Langkah Kerja

1. Pasang mesin tegak lurus di tempat yang akan diselidiki dengan diperkuat menggunakan angker yang ditanam ke dalam tanah
2. Pasang traker, tekan stang dalam dan pada penekanan pertama ujung konus akan bergerak ke bawah sedalam 4 cm, kemudian baca manometer yang menyatakan perlawanan ujung. Pada penekanan berikutnya matel dan konus bergerak ke bawah sedalam 4 cm, kemudian baca manometer yang menyatakan perlawanan ujung dan lekatan pada mantel.
3. Tekan stang luar sampai dengan kedalaman 20 cm dan pembacaan manometer dilakukan seperti pada langkah 2, yaitu untuk 4 cm pertama membaca lekatan pada matel konus selanjutnya 4 cm kedua menyatakan perlawanan ujung konus dan lekatan mantel konus.
4. Pekerjaan sondir ini dilakukan setiap interval kedalaman 20 cm, dan dihentikan apabila bacaan manometer 3 X berturut-turut  $\geq 150 \text{ kg/cm}^2$ .

#### Analisa hasil pengujian :

1. Perlawanan gesek = Jumlah perlawanan - Perlawanan konus  
atau  $q_f = (q_c + q_f) - q_c$
2. Hambatan pelekak =  $q_f / 2$
3. Jumlah hambatan pelekak =  $\sum$  (Hambatan pelekak)
4. Hambatan setempat = Hambatan pelekak / 10

Lembar Latihan

1. Sebutkan alat yang digunakan dalam uji CPT, serta terangkan kegunaan alat tersebut.
2. Sebutkan langkah kerja uji CPT.
3. Bagaimana untuk memperoleh nilai  $q_c$  dan  $q_f$ .
4. Jika sudah dipeoleh nilai sondir berapa besar daya dukung tanah pada lapisan tersebut.

## KEGIATAN BELAJAR 3

### PENGUJIAN BEBAN LAPANGAN (*PLATE BEARING TEST*)

Pengujian beban lapangan dengan menggunakan metode *plate bearing test* ini merupakan metode yang paling handal untuk mendapatkan daya dukung puncak pada suatu lapisan tanah. Metode akan memberikan langsung kalau uji pembebanan tersebut dilakukan dengan sekala penuh. Akan tetapi hal ini tidak biasa dilakukan karena harus menerapkan beban yang sangat besar.

Pengujian dengan metode ini biasanya dilakukan dengan menggunakan pelat baja dengan ukuran 12 X 12 inchi atau 24 X 24 inchi. Ukuran ini terlalu kecil jika diekstrapolasi ke skala penuh yang mungkin mempunyai ukuran antara 1,5 – 5 m. Ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan hasil ekstrapolasi ini menyangsikan, antara lain :

1. Kedalaman yang berpengaruh sebesar 4B jauh berbeda untuk model dibandingkan dengan prototype.
2. Semakin dalam lapisan yang diuji dari permukaan tanah mempunyai efek yang semakin kaku, sehingga hal ini akan mempengaruhi reaksi penurunan beban.

Prosedur ini telah dibakukan sebagai ASTM D 1194.

Alat yang digunakan :

1. Pelat daya dukung terbuat dari baja dengan ukuran 12 X12 inchi
2. Beban
3. Dongkrak hidrolis
4. Arloji pengukur tekanan
5. Arloji pengukur penurunan

Kesehatan dan Keselamatan Kerja

1. Gunakan pelindung kepala (*helmet*)
2. Pakain kerja yang memenuhi syarat

### Langkah Kerja

1. Galilah sumur sampai kedalaman pengujian atau kedalam pondasi, yang lebarnya minimal 4 X lebar pelat (4 X 12 inchi)
2. Pasang pelat baja daya dukung dan di atasnya pasang arloji pengukuran penurunan.
3. Pasang dongkrak yang dilengkapi dengan arloji pengukuran tekanan.
4. Pasang beban sesuai dengan rencana uji beban di atas dongkrak, dan keseimbangan beban harus dijaga dengan memasang tumpuan pada ujung-ujung dan agar tidak terjadi keruntuhan akibat tidak stabil.
5. Tambahlah tekanan pada dongkrak sehingga beban benar-benar hanya menimpa pada dongkrak penguji, dan bacalah arloji pengukuran tekanan.
6. Catatlah besarnya penurunan tanah yang terjadi, dan tambahlah beban seperti langkah 4 dan 5 dengan waktu selang tidak boleh lebih dari 1 jam.
7. Pengujian ini dilakukan sampai penurunan total mencapai 25 mm atau sampai kemampuan alat penguji tersebut dicapai. Setelah beban dilepaskan, catatlah pengembangan tanah akibat pelepasan beban dengan waktu sama dengan pada waktu pelaksanaan pembebanan.

### Analisa

$$q_{ult} = \frac{A_{beban} \cdot B_{pondasi}}{B_{pelat}}$$

### Lembar Latihan

1. Sebutkan alat yang digunakan dalam uji beban di lapangan, serta terangkan kegunaan alat tersebut.
2. Sebutkan langkah kerja uji beban di lapangan
3. Bagaimana untuk memperoleh nilai  $q_{ult}$ .





## LEMBAR KUNCI JAWABAN

A. Alat dan fungsi yang digunakan dalam uji SPT, adalah :

Alat	Fungsi
Batang bor	Batang baja sebagai penggerak mata bor pada kedalaman tertentu
<i>Split spoon sampler</i>	Alat untuk mengambil sampel tanah
Penumbuk dengan berat 63,5 kg	Penumbuk standar yang digunakan untuk menentukan nilai dukung tanah
Batang peluncur penumbuk panjang minimum 105 cm	Pengarah gerak penumbuk
Kepala batang penumbuk	Alas pukulan pengambilan sampel
Ring penumbuk	Alas kedudukan jatuhnya penumbuk
Kunci pipa	Menyetel sambungan batang bor

Langkah-langkah Kerja yang harus dilakukan :

1. Membersihkan lubang bor sampai kedalam dasar
2. Memasang *Split spoon sampler* pada batang bor
3. Menurunkan batang bor sampai ke dasar lubang dan beri tanda setiap kedalaman 15 cm sampai 3X dari permukaan tanah ke atas
4. Menyambung batang ini dengan unit kepala penumbuk dan penumbuk serta batangnya
5. Menumbukkan batang penumbuk dengan tinggi jatuh 76 cm, dan catatlah jumlah tumbukan untuk setiap masuk kedalam tanah sebesar 15 cm sampai 45 cm.
6. Mengangkat split spoon perlahan-lahan agar tanah sampel tidak terlepas.

Untuk memperoleh nilai N.

Jumlah tumbukan untuk setiap masuk kedalam tanah sebesar 15 cm sampai 15 X 3, yaitu N1, N2 dan N3 (nilai N = N2 + N3).

Besar daya dukung tanah pada lapisan tersebut, dihitung dengan persamaan

:

$$q_a = 1,22 N ; \quad \text{untuk lebar } B \leq 1,2 \text{ m, dan}$$

$$q_a = 0,54 N \frac{B}{B} \frac{0,3}{B}^2 ; \quad \text{untuk lebar } B > 1,2 \text{ m}$$

B. Alat dan fungsi yang digunakan Uji *Cone Penetration Test*, adalah :

Alat	Fungsi
Mesin sondir	Penekan <i>conus</i>
stang sondir	batang yang mencapai pada kedalaman tertentu
Manometer	Alat pengukur tekanan <i>conus</i>
bikonus	Alat standart pengukuran tekanan
angker	Alat penahan mesin sondir agar tidak terangkat
Kunci pipa	Menyetel sambungan batang sondir

Langkah-langkah Kerja yang harus dilakukan :

1. Memasang mesin tegak lurus di tempat yang akan diselidiki dengan diperkuat menggunakan angker yang ditanam ke dalam tanah
2. Memasang traker, tekan stang dalam dan pada penekanan pertama ujung konus akan bergerak ke bawah sedalam 4 cm, kemudian baca manometer yang menyatakan perlawanan ujung. Pada penekanan berikutnya matel dan konus bergerak ke bawah sedalam 4 cm, kemudian baca manometer yang menyatakan perlawanan ujung dan lekatan pada mantel.
3. Menekan stang luar sampai dengan kedalaman 20 cm dan pembacaan manometer dilakukan seperti pada langkah 2, yaitu untuk 4 cm pertama membaca lekatan pada matel konus selanjutnya 4 cm kedua menyatakan perlawanan ujung konus dan lekatan mantel konus.
4. Pekerjaan sondir ini dilakukan setiap interval kedalaman 20 cm, dan dihentikan apabila bacaan manometer 3 X berturut-turut  $\geq 150 \text{ kg/cm}^2$ .

Analisa hasil pengujian :

Perlawanan gesek = Jumlah perlawanan - Perlawanan konus

$$\text{atau } q_f = (q_c + q_f) - q_c$$

Hambatan pelekat =  $q_f / 2$

Jumlah hambatan pelekat =  $\downarrow$  (Hambatan pelekat)

Hambatan setempat = Hambatan pelekat / 10

Besar daya dukung tanah pada lapisan tersebut, dihitung dengan persamaan

:

Untuk pondasi memanjang, dengan lebar  $B \leq 1,20$  m,

$$q_a = \frac{q_c}{30} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad \text{(Meyerhof)}$$

Untuk pondasi memanjang, dengan lebar  $B > 1,2$  m,

$$q_a = \frac{q_c}{50} + \frac{0,3}{B} \frac{q_c}{50} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Daya dukung diijinkan secara pendekatan untuk seluruh pondasi dengan mengabaikan lebarnya,

$$q_a = \frac{q_c}{40} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Untuk tanah kohesif, kuat geser *undrained* ( $s_u = c_u$ ), dapat didekati dengan persamaan Begemann (1974) :

$$s_{ua} = c_u + \frac{q_c \cdot P_o'}{N_c'}$$

C. Alat dan fungsi yang digunakan *Plate Loading Test*, adalah :

Alat	Fungsi
Pelat dukung	Luasan daeran tekanan pengujian
Beban	Beban tekanan pengujian
Manometer	Alat pengukur tekanan
Arloji pengukur penurunan	Alat pengukuran besarnya penurunan pelat
Dongkrak hidrolis	Alat pengangkat beban agar terjadi tekanan

Langkah-langkah Kerja yang harus dilakukan :

1. Menggali sumur sampai kedalaman pengujian atau kedalam pondasi, yang lebarnya minimal 4 X lebar pelat (4 X 12 inchi)
2. Memasang pelat baja daya dukung dan di atasnya pasang arloji pengukuran penurunan.
3. Memasang dongkrak yang dilengkapi dengan arloji pengukuran tekanan.
4. Memasang beban sesuai dengan rencana uji beban di atas dongkrak, dan keseimbangan beban harus dijaga dengan memasang tumpuan pada ujung-ujung dan agar tidak terjadi keruntuhan akibat tidak stabil.
5. Menambah tekanan pada dongkrak sehingga beban benar-benar hanya mnimpa pada dongkrak penguji, dan bacalah arloji pengukuran tekanan.
6. Mencatat besarnya penurunan tanah yang terjadi, dan tambahkan beban seperti langkah 4 dan 5 dengan waktu selang tidak boleh lebih dari 1 jam.
7. Pengujian ini dilakukan sampai penurunan total mencapai 25 mm atau sampai kemampuan alat penguji tersebut dicapai. Setelah beban dilepaskan, catatlah pengembangan tanah akibat pelepasan beban dengan waktu sama dengan pada waktu pelaksanaan pembebanan.

Analisa hasil pengujian :

pondasi yang akan digunakan dapat dihitung dengan :

$$q_B = q_b ; \quad \text{untuk lempung}$$

$$q_B = \frac{q_b B}{b} ; \text{ untuk tanah berpasir}$$


Untuk intensitas beban  $q$  tertentu, penurunan pondasi dengan skala penuh diberikan oleh persamaan empiris :

$$S_B = S_b \frac{B}{b} ; \text{ untuk tanah lempung}$$

$$S_B = S_b \frac{2B}{B} \frac{2}{b} ; \text{ untuk tanah pasir}$$

## DAFTAR PUSTAKA

(relevan dengan kompetensi dalam modul)

- ASTM, 1997, *Annual Book of ASTM Standards*, Vol. 04.08, Easton, MD, U.S.A.
- Bowles J.E, 1984, *Physical and Geotechnical Properties of Soil*, Mc Graw-Hill, Tokyo, Japan
- Bowles J.E, 1988, *Foundation Analysis and Design*, Mc Graw-Hill, Tokyo, Japan
- Bowles, JE, 1977 *Foundation Analysis and Design*, Second edition, McGraw-Hill Kogakusha, Ltd.
- Braja M. Das, 1991 (Alih bahasa Mochtar dan Endah) *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Erlangga.
- Carter M,1983, *Geotechnical Engineering Handbook*, New York, U.S.A.
- Craig,RF,1991 *Mekanika Tanah*, Erlangga Jakarta
- Craig,RF,1992 *Soil Mechanics*, Chapman & Hall, London.
- Daruslan,1995 *Mekanika Tanah 1*, Biro Penerbit KMTS UGM
- Daruslan,1995 *Mekanika Tanah 2*, Biro Penerbit KMTS UGM
- Das B.M, 1995, *Principles of Foundation Engineering*, Tokyo, Japan
- Dunn IS, Anderson LR, 1980, *Fundamentals of Geotechnical Analisis*, John Wiley & Sons Inc, Canada.
- Grigorian A.A, 1997, *Pile Foundations for Buildings and Structures in Collapsible Soils*, Brookfield, U.S.A
- Hardiyatmo,H.C. 1992 *Mekanika Tanah 1*, PT. Gramedia, Pustaka Utama Jakarta.
- Hardiyatmo,H.C. 1992 *Mekanika Tanah 2*, PT. Gramedia, Pustaka Utama Jakarta.
- Head KH, 1984 *Manual of Soil Laboratory Testing Volume 1*, ELE International Ltd, London
- Head KH, 1984 *Manual of Soil Laboratory Testing Volume 2*, ELE International Ltd, London
- Head KH, 1986 *Manual of Soil Laboratory Testing Volume 3*, ELE International Ltd, London
- Kurian N.P, 1982, *Modern Foundations*, Mc Graw-Hill, Delhi, India
- Lambe T.W and Whitman R.V, 1969, *Soil Mechanichs*, New York, U.S.A
- Tomlinson M.J, 1977, *Pile Design and Construction Practice*, London, British.

## DAFTAR PUSTAKA

(terbitan 5 tahun terakhir)

- ASTM, 1997, *Annual Book of ASTM Standards*, Vol. 04.08, Easton, MD, U.S.A.
- Braja M. Das, 1991 (Alih bahasa Mochtar dan Endah) *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Erlangga.
- Carter M, 1983, *Geotechnical Engineering Handbook*, New York, U.S.A.
- Craig, RF, 1991 *Mekanika Tanah*, Erlangga Jakarta
- Craig, RF, 1992 *Soil Mechanics*, Chapman & Hall, London.
- Daruslan, 1995 *Mekanika Tanah 1*, Biro Penerbit KMTS UGM
- Daruslan, 1995 *Mekanika Tanah 2*, Biro Penerbit KMTS UGM
- Das B.M, 1995, *Principles of Foundation Engineering*, Tokyo, Japan
- Grigorian A.A, 1997, *Pile Foundations for Buildings and Structures in Collapsible Soils*, Brookfield, U.S.A



## DAFTAR PUSTAKA

(mudah diperoleh di pasaran)

- ASTM, 1997, *Annual Book of ASTM Standards*, Vol. 04.08, Easton, MD, U.S.A.
- Bowles J.E, 1984, *Physical and Geotechnical Properties of Soil*, Mc Graw-Hill, Tokyo, Japan
- Bowles J.E, 1988, *Foundation Analysis and Design*, Mc Graw-Hill, Tokyo, Japan
- Braja M. Das, 1991 (Alih bahasa Mochtar dan Endah) *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Erlangga.
- Carter M, 1983, *Geotechnical Engineering Handbook*, New York, U.S.A.
- Craig, R.F, 1991 *Mekanika Tanah*, Erlangga Jakarta
- Das B.M, 1995, *Principles of Foundation Engineering*, Tokyo, Japan
- Dunn IS, Anderson LR, 1980, *Fundamentals of Geotechnical Analysis*, John Wiley & Sons Inc, Canada.
- Hardiyatmo, H.C. 1992 *Mekanika Tanah 1*, PT. Gramedia, Pustaka Utama Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C. 1992 *Mekanika Tanah 2*, PT. Gramedia, Pustaka Utama
- Tomlinson M.J, 1977, *Pile Design and Construction Practice*, London, British.

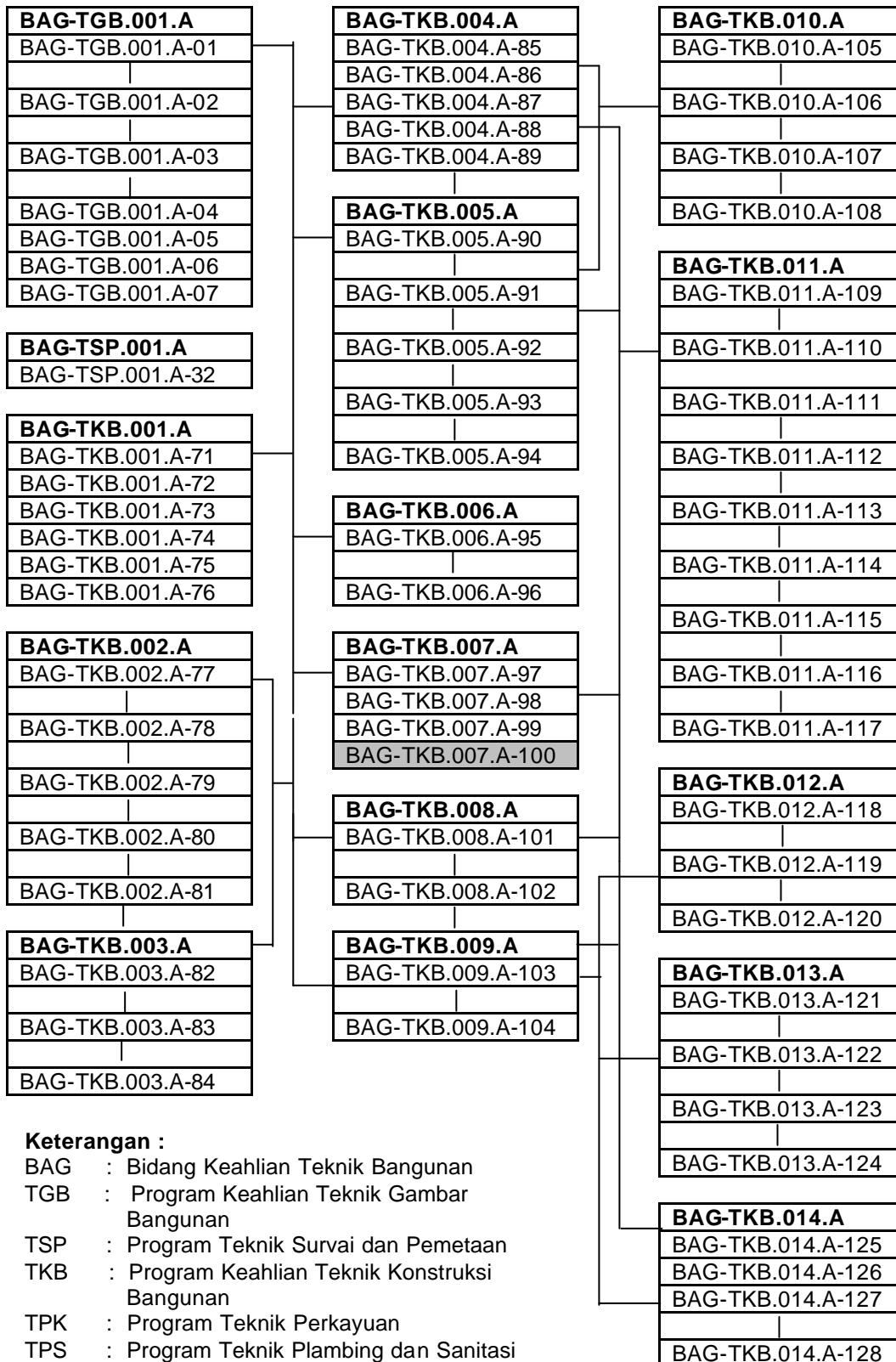
## PETA MODUL BIDANG KEAHLIAN TEKNIK BANGUNAN

### Program Keahlian : Teknik Konstruksi Bangunan

Tingkat I

Tingkat II

Tingkat III



**Keterangan :**

- BAG : Bidang Keahlian Teknik Bangunan
- TGB : Program Keahlian Teknik Gambar Bangunan
- TSP : Program Teknik Survei dan Pemetaan
- TKB : Program Keahlian Teknik Konstruksi Bangunan
- TPK : Program Teknik Per kayu an
- TPS : Program Teknik Plambing dan Sanitasi
- : Modul yang dibuat