Perencanaan Pondasi Jembatan

Jakarta, Agustus 2018

Direktorat Jembatan
Subdit Teknik Terowongan dan Jembatan Khusus

Pendahuluan

Bangunan atas atau pemikul lalu lintas suatu jembatan menumpu di setiap ujung pada **ABUTMEN** (kepala jembatan). Pendukung antara dinamakan **Pilar**. Pendukung pendukung tersebut secara bersama dinamakan bangunan bawah jembatan.

1. **Abutmen**

   Abutment dikategori menurut cara pengadaan peralihan tumpuan dari timbunan jalan pendekat ke bangunan atas jembatan.

   Berfungsi juga sebagai tembok penahan tekanan tanah aktif.

2. **Pilar**

   Pilar menyalurkan gaya-gaya vertikal dan horizontal dari bangunan atas pada pondasi.

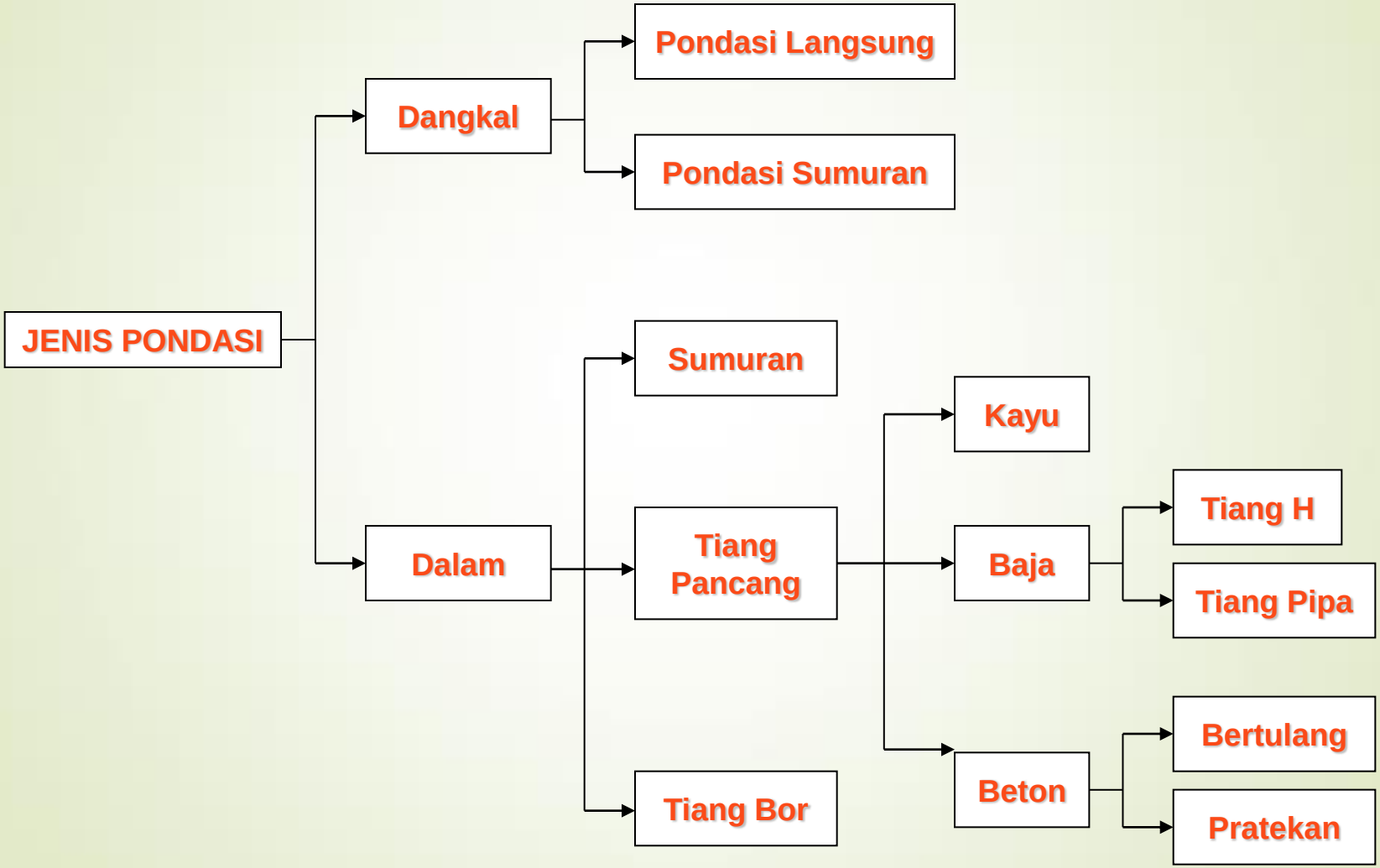
Bangunan bawah didukung oleh **PONDASI**.

Perencanaan Pondasi

Perencanaan Pondasi ditentukan oleh

1. Fungsi bangunan atas (upper structure) yang dipikul pondasi tersebut
2. Besarnya beban dan beratnya bangunan atas.
3. Keadaan tanah dimana bangunan tersebut didirikan.
4. Biaya pondasi dibandingkan dengan bangunan atas

Jenis-Jenis Pondasi



Penentuan Jenis Pondasi

JENIS	Pondasi Langsung	Sumuran	Tiang Pancang			
			Baja Tiang H	Baja Tiang Pipa	Tiang Beton Bertulang Pracetak	Tiang Beton Pratekan Pracetak
Diameter (mm)	-	3000	100x100 sampai 400x400	300 sampai 600	300 sampai 600	400 sampai 600
Kedalaman Maksimum (m)	5	15	Tidak terbatas	Tidak terbatas	30	60
Kedalaman Optmum (m)	0,3 – 3,0	7 – 9	7 - 40	40	12 - 15	18 – 30
Beban Maksimal (ULS)	2000+	20000+	3750	3000	1300	1300
Variasi Optimum beban ULS (kN)	-	-	500 - 1500	600 - 1500	500 - 1000	500 - 5000

Parameter Perencanaan Pondasi

1. Menggunakan Working Stress Design (WSD)
2. Penentuan jenis Pondasi jembatan

Pondasi	Diameter (m)	Kedalaman Optimal (m)
Pondasi dangkal/telapak	0,3 – 3,0	-
Pondasi caisson	2,5 – 4,0	3,0 – 9,0
Pondasi tp pipa baja	0,4 – 1,2	7,0 – 50
Pondasi tp beton pratekan	0,4 – 0,6	18 - 30
Pondasi tiang bored	0,8 – 1,2	18 - 30

3. Faktor keamanan, untuk data tanah sondir

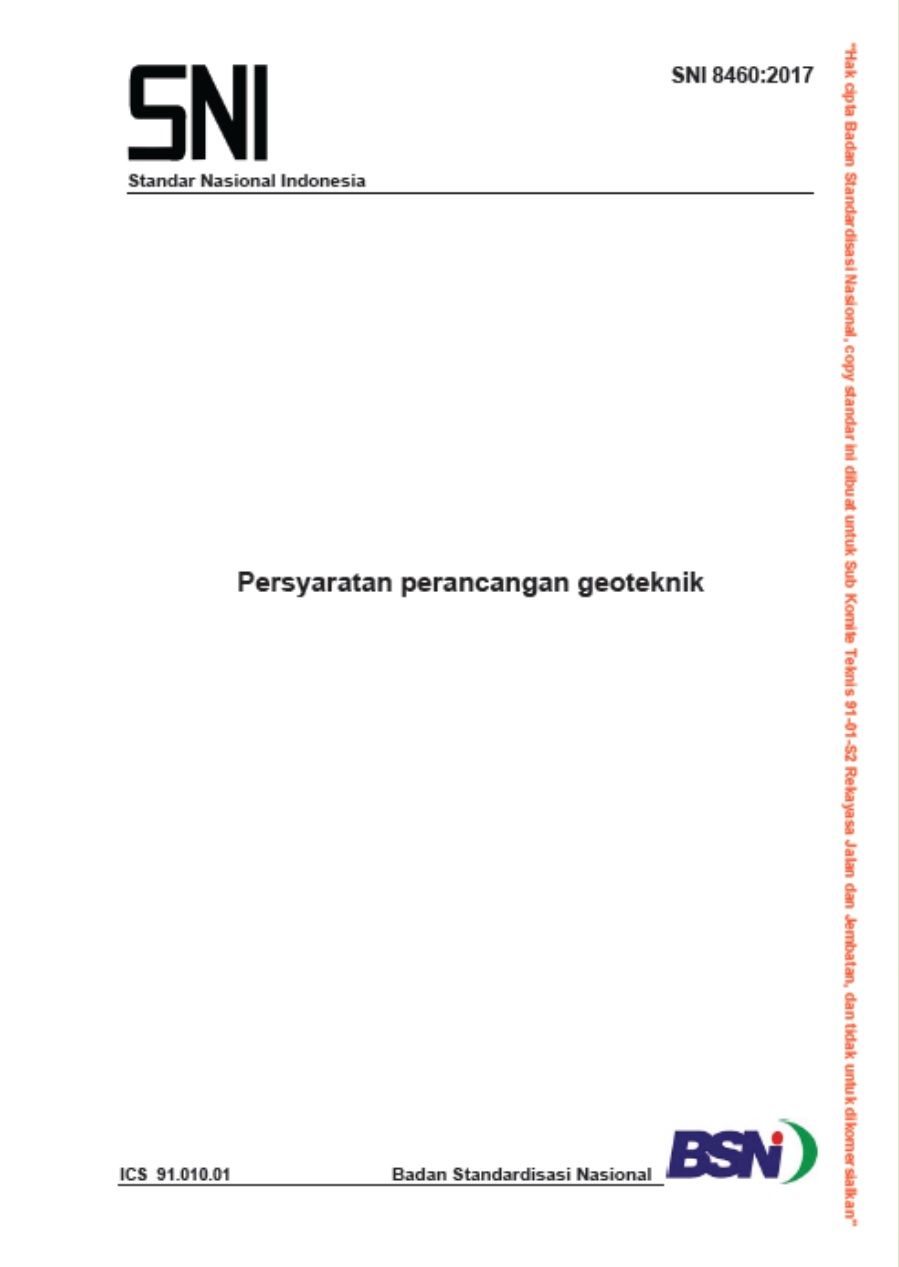
   TP: End bearing=3, Friction=5;

   Sumuran: DDT=20, Geser=1,5 & Guling=1,5

4. Kalendering terakhir tiang pancang 1,0 – 3,0cm/10pukulan untuk end-bearing dengan jenis hammer sesuai

SNI 8460 – 2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik

Bab	Judul
1.	Ruang lingkup
2.	Acuan normative
3.	Istilah & definisi
4.	Persyaratan umum
5.	Data geoteknik
6.	Perbaikan tanah
7.	Stabilitas lereng
8	Terowongan
9	Fondasi
10	Struktur penahan tanah
11	Galian dalam
12	Kegempaan
13	Keruntuhan hidraulik



SNI

Standar Nasional Indonesia

SNI 8460:2017

Persyaratan perancangan geoteknik

ICS 91.010.01

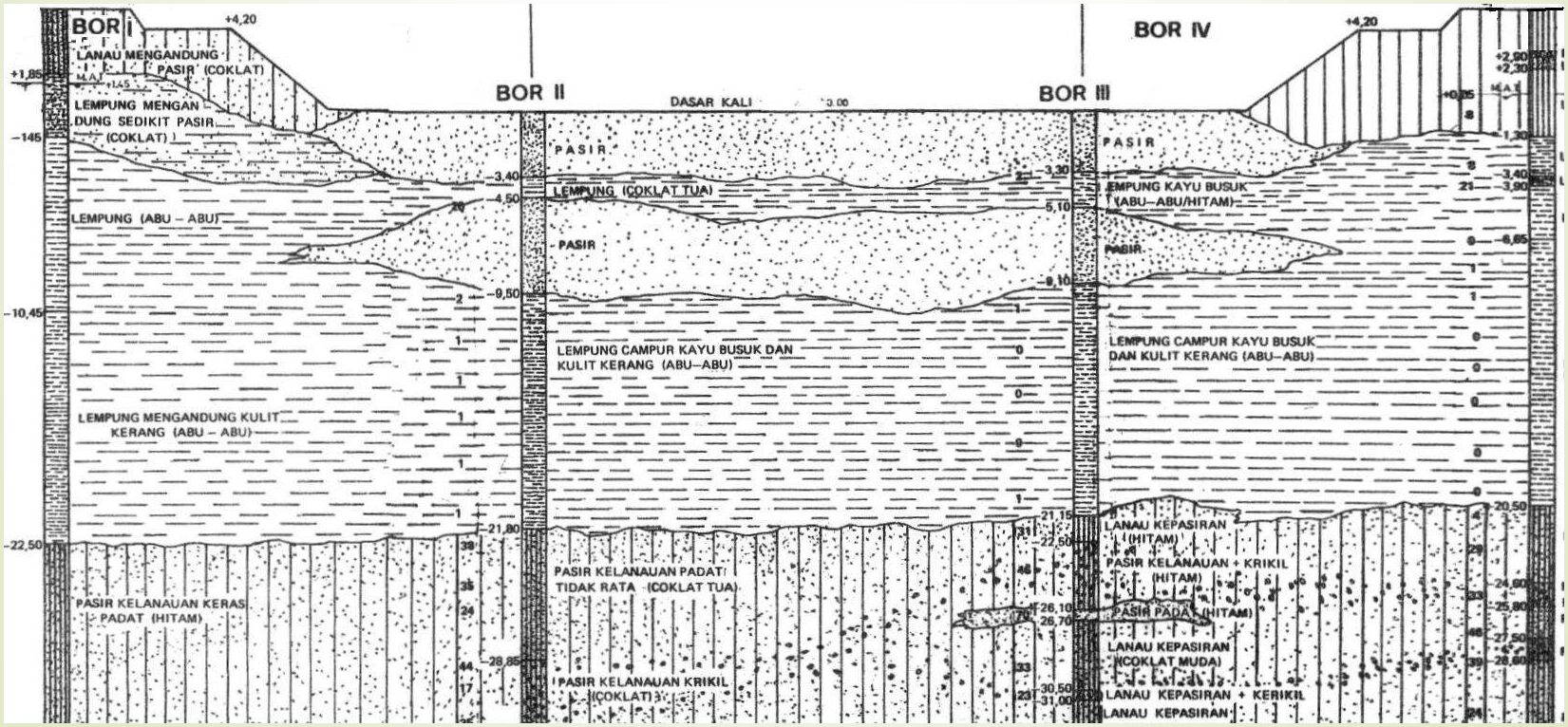
Badan Standardisasi Nasional

BSN

"Hak cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk Sub Komite Teknis 91-01-S2 Rekayasa Jalan dan Jembatan, dan tidak untuk dikomersialkan"

Data Perancangan Pondasi

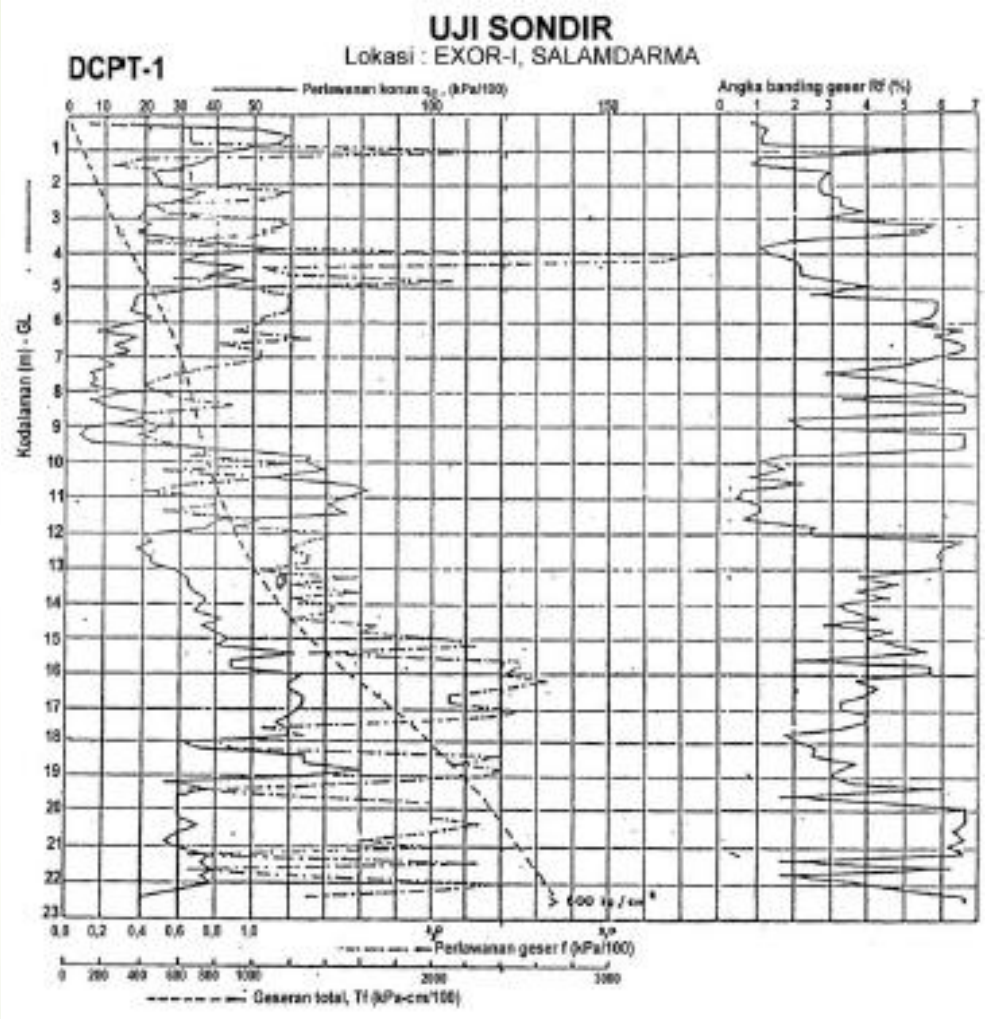
1. Profil memanjang dan melintang sungai
2. Geoteknik yang berisi stratigrafi dan parameter tanah:
   - Sondir: Tahanan lekat dan tahanan ujung (qs dan qc)
   - Boring: Karakteristik lapisan tanah (h, jenis tanah, γ,ϕ,c)
   - SPT: Tingkat kepadatan tanah



Hasil Uji Penetrasi Konus Statik (Sondir)

Lokasi	: SALAMDARMA	Penanggung jawab	: Ir. Theo F. Najoan
No. sondir	: DCPT.1	Tanggal	: 15-11-2005
Elevasi	: + 0,00 m		

Kedalaman	C_w kPa/100	T_w kPa/100	K_w kPa/100	q_c kPa/100	f_s kPa/100	f_sx20cm kPa/100	T_f kPa-cm/100	R_f (%)
0,20	8	9	1	16	0,133	2,66	2,66	0,83
0,40	25	30	5	50	0,667	13,34	16,00	1,33
0,60	30	35	5	60	0,667	13,34	29,34	1,11
0,80	28	33	5	56	0,667	13,34	42,68	1,19
1,00	**21**	**42**	**21**	**42**	**2,801**	**56,03**	**98,71**	**6,67**
1,20	19	22	3	38	0,400	8,00	106,71	1,05
1,40	16	18	2	32	0,267	5,34	112,05	0,83
1,60	11	16	5	22	0,667	13,34	125,39	3,03
1,80	12	17	5	24	0,667	13,34	138,73	2,78
2,00	**12**	**17**	**5**	**24**	**0,667**	**13,34**	**152,07**	**2,78**
2,20	18	27	9	36	1,201	24,02	176,09	3,34
2,40	16	24	8	32	1,067	21,34	197,43	3,33
2,60	10	16	6	20	0,800	16,00	213,43	4,00
2,80	10	14	4	20	0,534	10,68	224,11	2,67
3,00	**9**	**17**	**8**	**18**	**1,067**	**21,34**	**245,45**	**5,93**
3,20	11	20	9	22	1,201	24,02	269,47	5,46
3,40	14	18	4	28	0,534	10,68	280,15	1,91
3,60	18	21	3	36	0,400	8,00	288,15	1,11
3,80	29	35	6	58	0,800	16,00	304,15	1,38
4,00	**19**	**26**	**8**	**38**	**0,800**	**16,00**	**320,15**	**2,11**
4,20	15	20	5	30	0,667	13,34	333,49	2,22
4,40	24	32	8	48	1,067	21,34	354,83	2,22
4,60	19	28	9	38	1,201	24,02	378,85	3,16
4,80	25	41	16	50	2,134	42,68	421,53	4,27
5,00	**19**	**26**	**7**	**38**	**0,934**	**18,68**	**440,21**	**2,46**
5,20	9	17	8	18	1,067	21,34	461,55	5,93
5,40	9	17	8	18	1,067	21,34	482,89	5,93
5,60	8	15	7	16	0,934	18,68	501,57	5,84
5,80	11	19	8	22	1,067	21,34	522,91	4,85
6,00	**8**	**16**	**8**	**16**	**1,067**	**21,34**	**544,25**	**6,67**
6,20	4	7,5	3,5	8	0,467	9,34	553,59	5,84
6,40	9	18	9	18	1,201	24,02	577,61	6,67
6,60	6	12	6	12	0,800	16,00	593,61	6,67
6,80	8	15	7	16	0,934	18,68	612,29	5,84
7,00	**4**	**7**	**3**	**8**	**0,400**	**8,00**	**620,29**	**5,00**
7,20	6	9	3	12	0,400	8,00	628,29	3,33
7,40	3	5	2	6	0,267	5,34	633,63	4,45
7,60	4	7,5	3,5	8	0,467	9,34	642,97	5,84
7,80	3	6	3	6	0,400	8,00	650,97	6,67
8,00	**8**	**12**	**4**	**16**	**0,534**	**10,68**	**661,65**	**3,38**
8,20	3	6	3	6	0,400	8,00	669,65	6,67
8,40	5	10	5	10	0,667	13,34	682,99	6,67
8,60	10,5	13,5	3	21	0,400	8,00	690,99	1,90
8,80	9	12	3	18	0,400	8,00	698,99	2,22
9,00	**2,5**	**5**	**2,5**	**5**	**0,334**	**6,68**	**705,67**	**6,68**
9,20	1,5	3	1,5	3	0,200	4,00	709,67	6,67
9,40	3	6	3	6	0,400	8,00	717,67	6,67
9,60	24	30	6	48	0,800	16,00	733,67	1,67
9,80	33	38	5	66	0,667	13,34	747,01	1,01
10,00	**32**	**41**	**9**	**64**	**1,201**	**24,02**	**771,03**	**1,88**
10,20	35	39	4	70	0,534	10,68	781,71	0,76
10,40	26	35	9	52	1,201	24,02	805,73	2,31



Hasil uji penetrasi konus dengan SPT

Proyek	:	**Mulai dikerjakan**	:
Lokasi	:	**Selesai**	:
Lubang bor no	:	**Dikerjakan oleh**	:
Elevasi	:	**Diperiksa oleh**	:

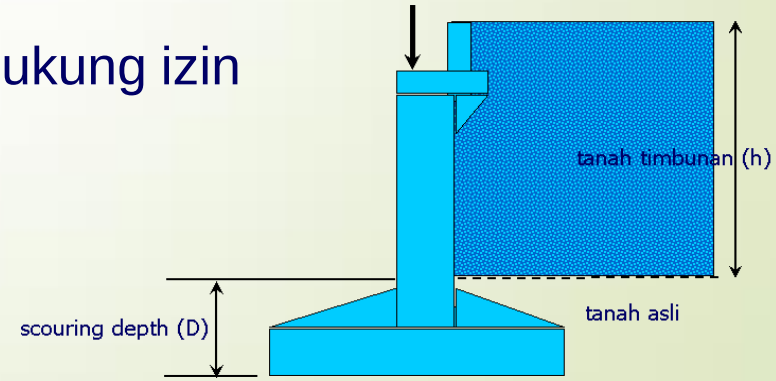
Dalam (m)	Jumlah pukulan (Uji SPT)				Koreksi pengaruh energi N_{60}							Diagram SPT Jumlah pukulan
	N_1 (pukulan/ 15cm)	N_2 (pukulan/ 15cm)	N_3 (pukulan/ 15cm)	N_m (pukulan/ 30cm)	Brt Vol Total (kN/m³)	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	N_{60} (pukulan/30 cm)	10 20 30 40 50

Proyek	: Transit BBM				**Mulai dikerjakan**	: Mei 1994						
Lokasi	: Amuk Bali				**Selesai**	: Jul 1994						
Lubang bor no	: 2				**Dikerjakan oleh**	: Sukiman						
Elevasi	: -				**Diperiksa oleh**	: Ir Wayan T. Amaya						

Dalam (m)	Jumlah pukulan (Uji SPT)				Koreksi pengaruh energi N_{60}							Diagram SPT Jumlah pukulan
	N_1 (pukulan/ 15cm)	N_2 (pukulan/ 15cm)	N_3 (pukulan/ 15cm)	N_m (pukulan/ 30cm)	Brt Vol Total (kN/m³)	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	N_{60} (pukulan/ 30cm	10 20 30 40 50
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
					17,50							
1,00	Air tanah				18,50							
2,00	3	3	2	5	18,50	1,51	0,8	1,0	0,75	1,0	5	
3,00												
4,00												
	13	30	19	49	19,50	1,32	0,8	1,0	0,8	1,0	41	
5,00												
6,00												
	14	35	37	72	19,50	1,18	0,8	1,0	0,95	1,0	65	
7,00												
8,00	19	10	13	23	19,00	1,10	0,8	1,0	0,95	1,0	19	
9,00												
10,00	5	8	10	18	19,00	1,01	0,8	1,0	0,95	1,0	14	
11,00												
	1	2	4	6	18,50	0,95	0,8	1,0	1,0	1,0	5	
12,00												
13,00												
	1	5	9	14	18,50	0,88	0,8	1,0	1,0	1,0	10	
14,00												
15,00												
	4	6	10	16	18,50	0,83	0,8	1,0	1,0	1,0	11	
16,00												
17,00												
	6	15	40	55	19,50	0,78	0,8	1,0	1,0	1,0	34	
18,00												
19,00												
	15	40	50	85	19,50	0,73	0,8	1,0	1,0	1,0	50	
20,00												
21,00												
22,00												
23,00												
24,00												
25,00												
26,00												
27,00												
28,00												
29,00												

Pondasi Langsung

1. Dipergunakan bila tanah pondasi:
   - Cukup keras dan padat
   - Daya dukung izin tanah > 2,0 kg/cm2
   - Kedalaman > 3 m dari dasar sungai
   - Bebas dari pengaruh scouring vertikal
2. Perlu diperhatikan terhadap scouring horizontal
3. Bila penggunaan pada pilar tidak dapat dihindari, perlu dipasang pengamanan untuk melindungi pondasi
4. Penggunaan pondasi dangkal pada sungai yang tidak dapat diperkirakan perilaku gerusan ---> TIDAK DISARANKAN
5. Persyaratan:
   - Cukup kuat daya dukung ada < daya dukung izin
   - Aman terhadap geser (SF > 1,5)
   - Aman terhadap guling (SF > 1,5)
   - D > kedalaman scouring maksimum
   - h < tinggi kritis timbunan



PETUNJUK Pelaksanaan Pondasi Sumuran

1. Unit beton pracetak dicetak pada landasan pengecoran
2. Tidak boleh diangkut sebelum berumur 14 hari atau mencapai 85% dari kuat tekan
3. Tidak boleh diturunkan sebelum sambungan berumur 24 jam
4. Penurunan sumuran disesuaikan dengan kondisi tanah
5. Dinding sumuran diturunkan dengan gravitasi (akibat berat sendiri)
6. Dasar sumuran diberi beton
7. Sumuran diisi dengan mutu beton K-250 sampai 1 m di bawah poer bangunan bawah
8. Bagian atas sumuran tidak boleh lebih tinggi daripada dasar poer
9. Baja tulangan dari sumuran harus dimasukkan dalam poer 40 x diameter

Pondasi Sumuran

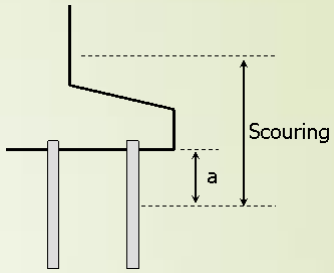
1. Dipergunakan bila tanah pondasi:
   - Cukup keras
   - Daya dukung izin tanah > 3,0 kg/cm2
   - Kedalaman > 4 m dari dasar sungai
   - Bebas dari pengaruh scouring vertikal
2. Perlu diperhatikan terhadap scouring horizontal
3. Bila tanah pondasi berpasir, hati-hati dalam penggalian
4. Pengambilan tanah jangan sampai terbawa airnya
5. Usahakan pondasi sumuran dengan diameter > 3 m
6. Tidak dianjurkan pelaksanaan penurunan sumuran dengan cara penggalian terbuka
7. Persyaratan:
   - Cukup kuat
   - h < tinggi kritis timbunan
   - D > kedalaman scouring max (s)
   - Bila D < s < D’, perlu proteksi

PETUNJUK Perencanaan Tang Pancang

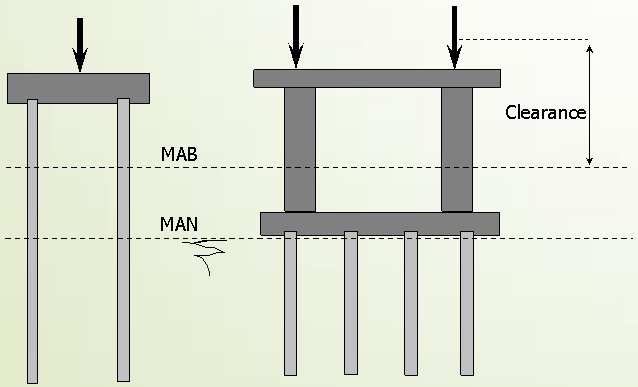
1. Settlement Kelompok Tiang
   - Penurunan kelompok untuk tiang yang dipancang sampai lapisan tanah keras (End Bearing Pile) sangat kecil. sehingga tidak mempengaruhi bangunan atasnya, karena itu perhitungan Settlement tidak diperlukan.
   - Sedangkan untuk kelompok tiang didasarkan atas daya dukung gesekan tiang dan tanah (friction pile) perlu diadakan perhitungan Settlement
2. Korosi Tiang Pancang Baja
   - Laju korosi untuk beberapa sungai di Indonesia sangat besar yaitu 0.4mm/tahun. Oleh karena itu pemilihan tebal pipa tiang pancang harus sudah memasukan aspek korosi agar fondasi kuat untuk umur rencana jembatan.
   - Pemasangan lapisan tape antikorosi perlu dipertimbangkan termasuk penggunaan beton non-shrinkage dan pemasangan shear connector untuk memberikan jaminan kompositas tiang baja dengan isian beton.

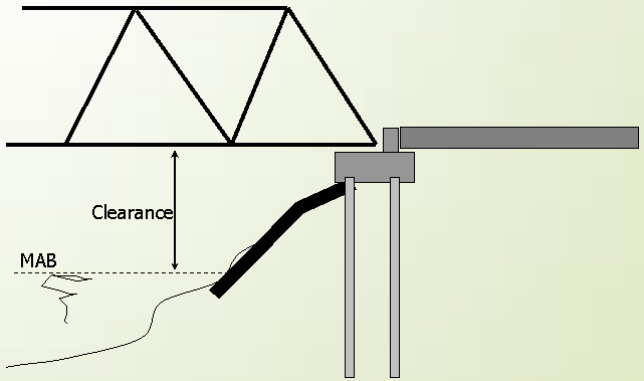
Pemilihan Tiang Pancang

1. Bila lapisan tanah pondasi cukup dalam > 8 meter dari dasar sungai atau tanah setempat
2. Bila terjadi scouring (a):
   - terjadi pengurangan daya dukung friction
   - Faktor tekuk pada jenis tiang point bearing
3. Perilaku bored-pile hampir sama dengan tiang pancang



Agar dipergunakan konstruksi bangunan bawah yang berbentuk pile cap atau bangunan bawah yang bebas dari pengaruh air normal dan bangunan atas tetap di atas clearance yang diperlukan





Persyaratan Bahan Tiang Pancang

- **Beton**

  Fc’ = 45 MPa (K-500), dan memenuhi kriteria kelecakan (workability), kekuatan (strength), dan keawetan (durability)

- **Baja Tulangan**

  BJTP 24 untuk ϕ < D13 dan BJTD 32/ 39 untuk ϕ> D13

- **Tiang Pancang Baja Struktur**

  memenuhi ketentuan ASTM A252 Grade 2 (fy=240MPa)

Pondasi Tiang Pancang

1. Jenis pondasi tiang
   - Spun pile Beton, dia. 30, 40, 45, 50, 60
   - Pipa Baja, dia. 400/1.2, 500/1.2, 600/1.4, 80/1.4, 100/1.6)
2. Daya dukung tiang diciptakan dalam 2 mekanisme:
   - Point Bearing (tahanan ujung)
   - Friction (tahanan kulit)
3. Perilaku bored-pile hampir sama dengan tiang pancang
4. Kapasitas Tiang Pancang
   - Design sbg kolom (inter/long column) utk kondisi: Free, Air, Peat, Clay lunak
   - Design sebagai kolom pendek untuk kondisi tanah lainnya
   - Allowable stress 75% dari bangunan atas
5. Kapasitas Daya Dukung Tanah (DDT)
   - TP yang dipancang terbuka (DDT) dihitung jumlah tahanan geser+ tahanan ujung apabila tahanan geser > 1.5 tahanan ujung. Kalau tidak dipenuhi, DDT dihitung jumlah tahanan geser luar + dalam pipa + tahanan ujung cincin pipa saja

Tiang Pancang: Beton vs Baja

No	Keterangan	Baja	Beton
1.	Kekuatan Momen	Besar	Kecil
2.	Elemen per meter	Ringan	Berat
3.	Kemampuan Daya Tembus	Lebih dari 30m	Kurang dari 30m
4.	Pelaksanaan Pemancangan	Mudah disambung	Harus direncanakan
5.	Transportasi	Mudah	Sulit
6.	Handling	Tahan terhadap benturan	Diperlakukan dengan hati-hati
7.	Hammer	Dapat dengan hammer ringan	Hammer sesuai

Tegangan Izin Tiang Pancang

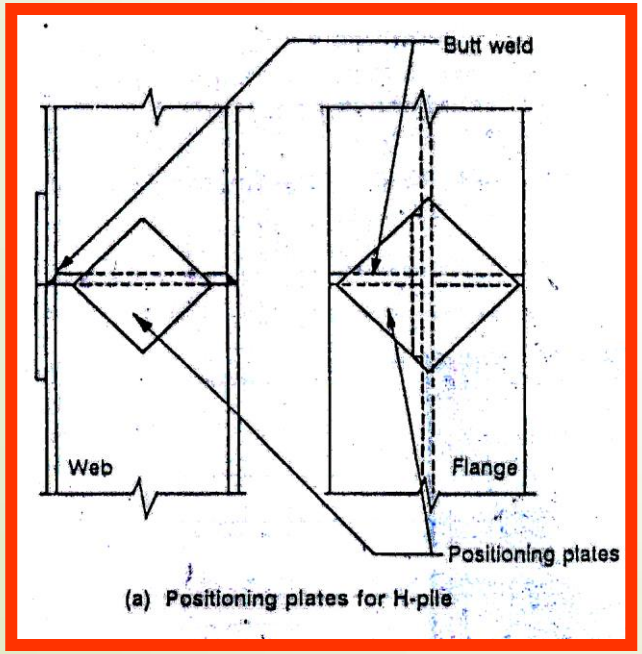
Material	Tarik		Tekan	
	MPa	ksi	MPa	ksi
Beton Pratekan	$3\sqrt{f'c} + fpe$		$0{,}85f'c - fpe$	
	8	12	30	4,4
Beton	$0{,}6\sqrt{f'c}$		$0{,}85f'c$	
	4	0,6	30	4,4
Baja	0,9 Fy		0,9 Fy	
	216	32	216	32

Berat TP Baja (kg)

Panjang	Diameter dan Tebal Pipa (mm)			
	400/12	500/12	600/12	1000/16
1	118	148	177	394
12	1.420	1.775	2.130	4.733
18	2.130	2.662	3.195	7.099
24	2.840	3.549	4.259	7.099
30	3.549	4.437	5.324	11.832
36	4.259	5.324	6.389	14.198
42	4.969	6.212	7.454	16.564

Sambungan Tiang Pancang Baja

1. Pengelasan harus standar tinggi
2. Pengelasan diuji secara visual & cara non destruktif (ultra sonic)
3. Bagian atas bekas pancang (bagian yg keras) dipotong 300-500 mm agar rata & mudah dilas
4. Sambungan las harus mampu meneruskan momen penuh dalam tiang
5. Las ujung penetrasi penuh sekeliling permukaan pipa (pipa baja)



(a) Positioning plates for H-pile

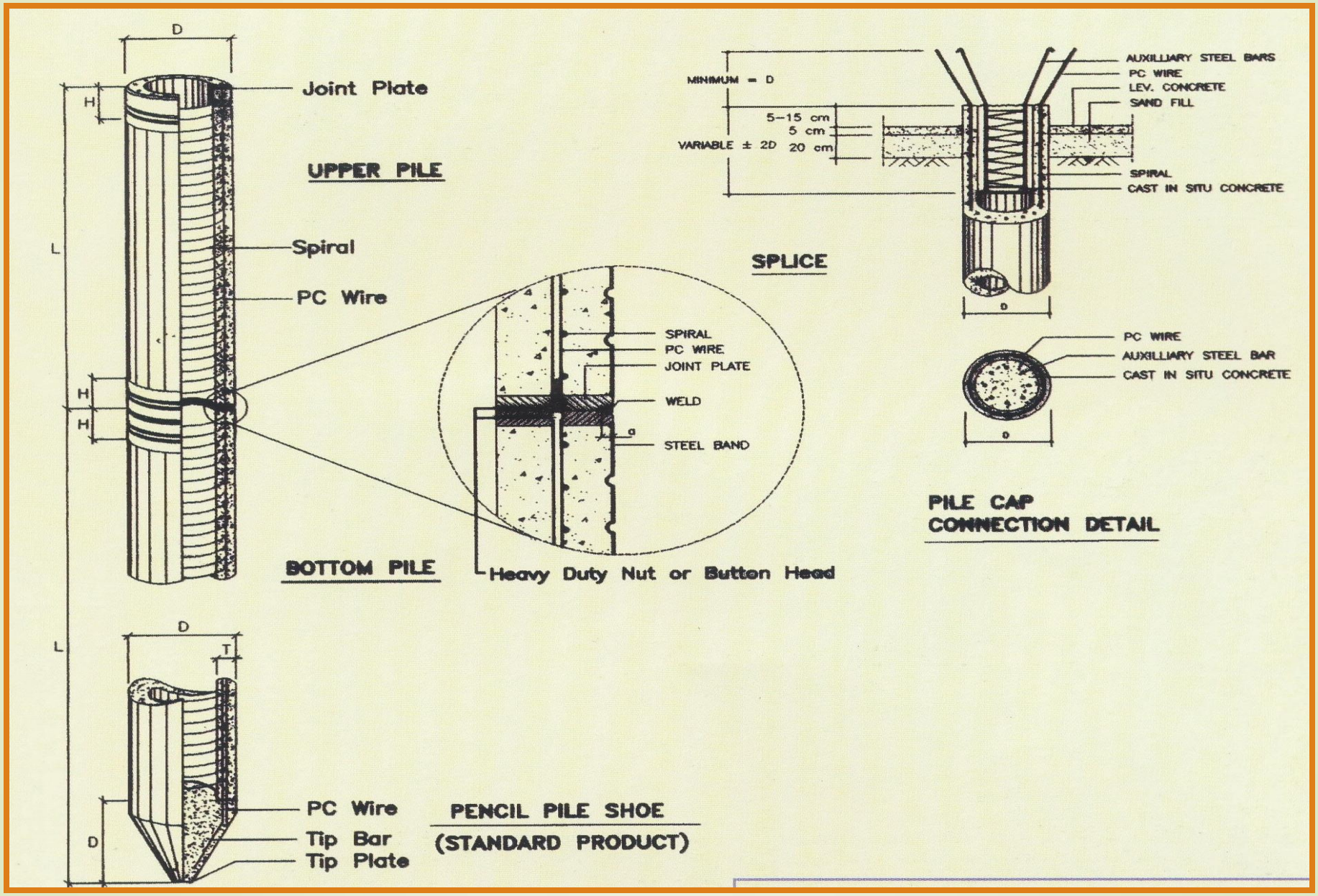
Berat TP Beton / Spun pile (kg)

Panjang	Diameter dan Tebal Pipa (mm)		
	400/75	500/80	600/100
1	191,0	290,0	393,0
12	2.297	3.478	4.712
18	3.446	5.217	7.069
24	4.595	6.955	9.425
30	5.743	8.694	11.781
36	6.892	10.433	14.137
42	8.041	12.172	16.493

Sambungan Tiang Pancang Beton

- harus tahan terhadap tekan, torsi & dapat meneruskan (transmit) momen melalui sambungan
- memakai slongsong/lengan baja
- memakai plat baja pada segmen atas & bawah yang tertanam pada tiang baja lalu dilas
- kedua muka tiang yang akan bertemu harus cocok
- Penggunaan lengan baja & epoxy akan mengkonpensasi ketidak cocokan tsb
- Gunakan batang dowel yg dimasukkan pada lubang yg dibor pada tiang atas & bawah dan direkat dengan epoxy agar terjadi transmit momen.

Sambungan Tiang Pancang Beton



Pertimbangan dalam Pelaksanaan Pemancangan

1. Tiang pancang percobaan, Panjang Tiang, Tiang utuh
2. Pemancangan tiang
   - Diberi tanda selama penetrasi
   - Lokasi sesuai gambar rencana
   - Kepala tiang dilindungi
   - Alat pancang harus sesuai
   - Dilaksanakan sampai kedalaman yang disyaratkan
3. Prosedur Pelaksanaan
   - Nomor/identitas tiang
   - Posisi identifikasi
   - Jenis, ukuran dan bahan
   - Panjang aktual
   - Tanggal pemancangan

   - Energi pukulan
   - Perpanjangan
   - Panjang potongan
   - Kalendering terakhir pemancangan
   - Cek kedalaman penetrasi
4. Pemancangan Tiang
   - Pemancangan pada lapisan pasir padat, tiang pancang berikutnya akan tertanam lebih dangkal dari sebelumnya, sehingga disarankan untuk dilakukan pemancangan mulai dari titik pusat.
   - Pemancangan sebelum dilakukan penimbunan (abutment) akan menimbulkan negatif friction, yang akan mengurangi daya dukung tiang, sehingga sebaiknya dilakukan penimbunan terlebih dahulu.
   - Pemancangan tiang pancang dalam kelompok dapat menyebabkan tanah sekelilingnya terangkat (heave). Bila hal ini cukup besar dapat dilakukan pemancangan kembali.

Kualitas Pemancangan (Penentuan Daya Dukung Lapangan)

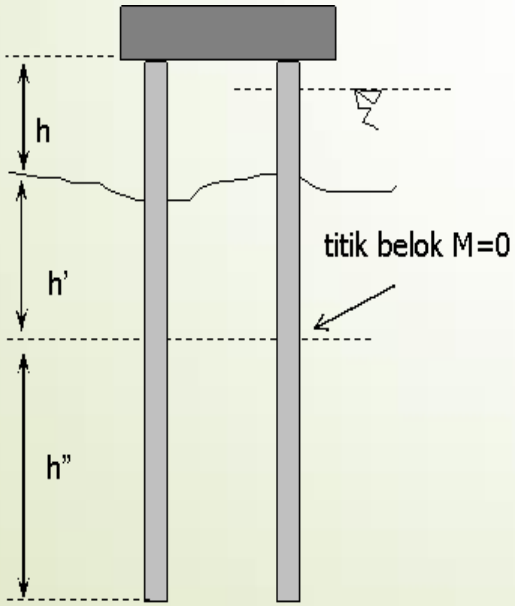
1. Cara handling atau penanganan di lapangan
2. Alat pancang: dipergunakan alat pancang yang memadai (dengan berat hammer minimal 2,2 ton)
3. Proses pemancangan, selalu dicatat jumlah pukulan dan kalenderingnya
4. Pada tiang point bearing, kalendering terakhir untuk:
   - TP Baja 1 - 3 cm / 10 pukulan
   - TP Beton 3 - 5 cm / 10 pukulan
5. Pada friction pile, kalendering hanya sebagai kontrol
6. Perhitungan DDT dengan Dynamic Formulae
   - Engineering News Formula
   - Hiley, dan Gates Formula
   - Modified Engineering News Formula
   - Dannish atau So Formula
   - Janbu Formula
7. Bila hasil pemancangan meragukan dapat dicek dengan loading test
   - Static loading test: teknik pembebanan SLT (Langsung & Dengan jack)
   - Dynamic loading test (PDA)

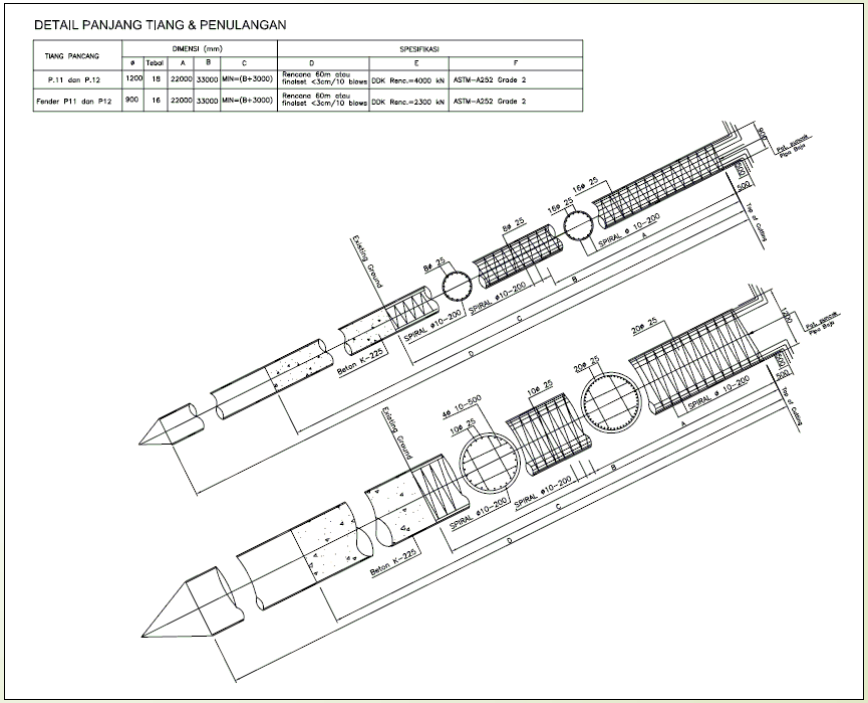
Pertimbangan Penggunaan Alat Pemancang

Alat Pemancang	Keuntungan	Kerugian	Penyesuaian
Penumbuk yang dijatuhkan	Peralatan sederhana, tinggi jatuh dapat diperiksa dengan mudah, kesulitan kecil dan biaya operasi rendah	Kepala tiang mudah rusak, panjang pemancangan terbatas, sering terjadi eksentrisitas dan pemancangan lambat	Tidak terpengaruh oleh tanah
Penumbuk bertenaga Uap (Udara)	Kemampuan baik, miring ataupun dalam air, kepala tiang tidak cepat rusak	Diperlukan kompresor yang besar, tinggi jatuh tidak dapat dikendalikan, penumbukan menimbulkan suara keras	Dapat digunakan untuk semua jenis tanah, pengaturan jatuh penumbuk dapat diilaksanakan oleh pengawas
Penumbuk Bertenaga Diesel	Mudah dipindahkan, menghasilkan daya tumbuk yang besar, kemampuan baik, dan biaya bahan bakar rendah	Karena beban berat maka alat menjadi besar, pada lapisan lunak pengerjaannya lambat, penumbukan menimbulkan suara yang keras dan terjadi percikan minyak pelumas	Lebih cocok untuk tanah pondasi yang keras, dapat digunakan untuk semua jenis tanah
Penumbuk Getar	Mampu memancang dalam arah dan kedudukan yang tepat, suara penumbukan hampir tak terdengar kepala tiang tidak cepat rusak, mampu memancang dan menarik	Memerlukan tenaga listrik yang besar, kurang mampu mengubah sifat sifat tanah	Cocok untuk tanah pondasi yang lunak, dapat digunakan untuk menarik

Petunjuk Isian Tang Pancang

1. Untuk menambah kekuatan dan kekakuan, maka di dalam tiang pancang baja dapat diisi beton bertulang. Disarankan pakai shear connector untuk menjamin kompositas tiang pancang + beton non-shrinkage (semen type II)
2. Pengisian beton bertulang sampai pada batas Momen tiang nol, biasanya untuk tanah sekitar 8 m dari dasar sungai. Sisanya bisa diisi pasir.

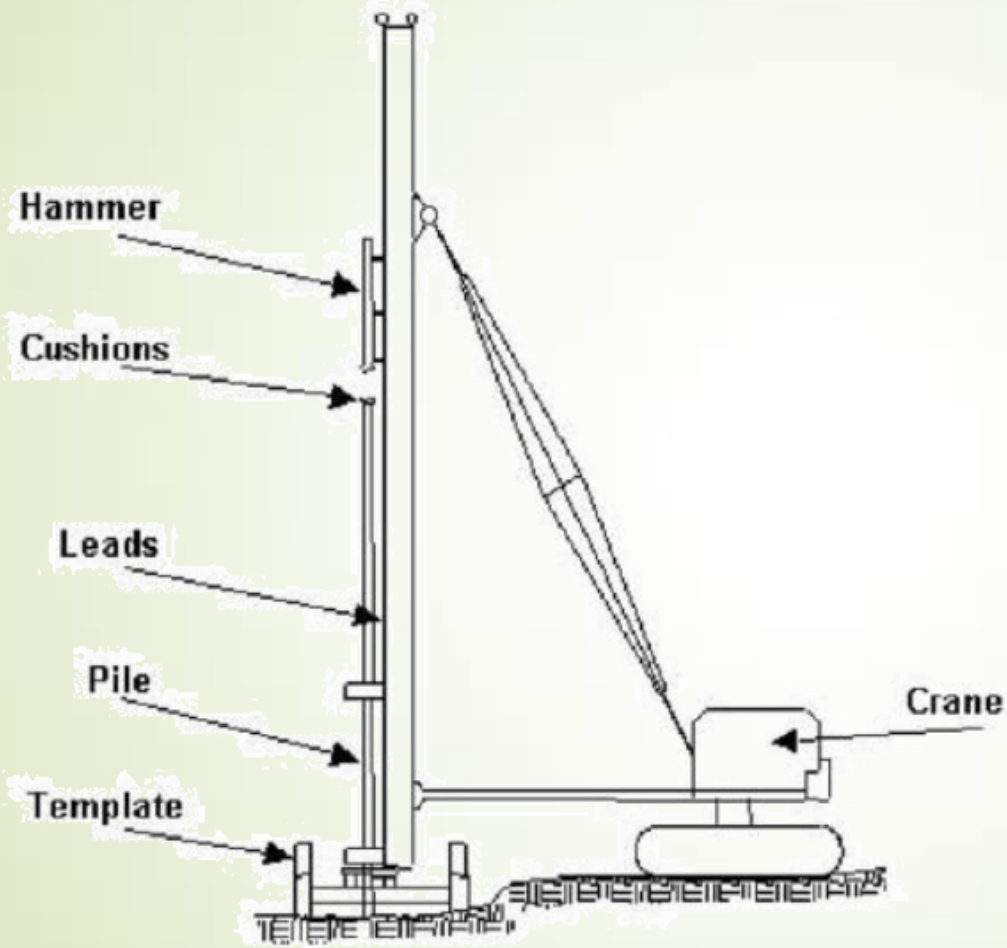


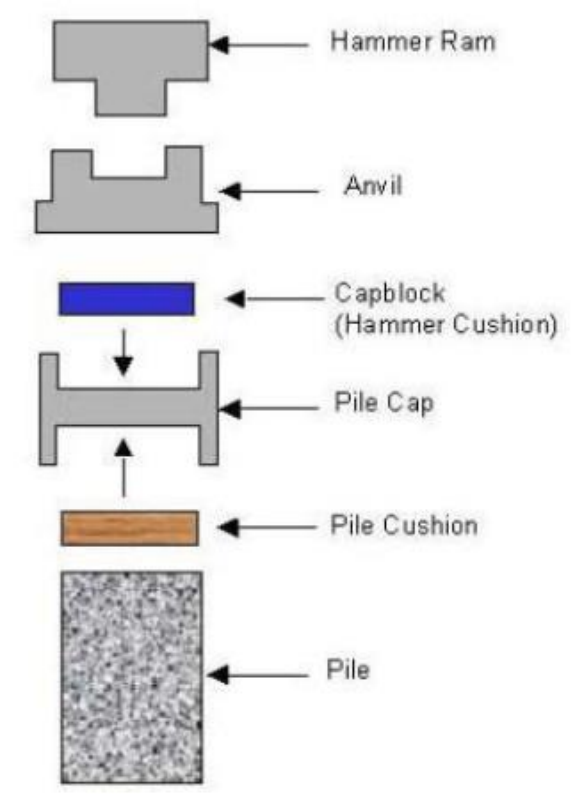


Sepatu Tang Pancang

1. Pelaksanaan pemancangan dengan sepatu tiang sebaiknya dengan percobaan dulu (bandingkan jumlah pukulan dengan tanpa sepatu). Bila hasilnya sama, lebih baik tanpa sepatu saja. Kasus pada tiang pancang yang panjang dengan lapisan clay atau berpasir seragam yang tebal, DDT memanfaatkan skin friksi.
2. Untuk lapisan tanah keras tidak terlalu dalam, disarankan untuk menggunakan sepatu untuk mendapatkan end bearing yang besar.

Alat Pancang





Pemilihan Berat Hammer

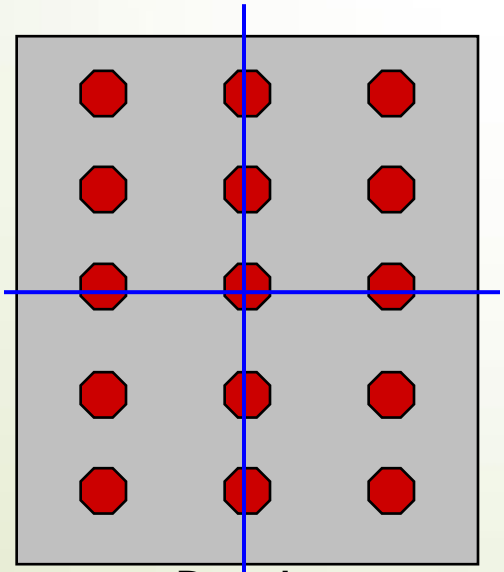
1. Prosedur Pemilihan Hammer
   - Berat TP Baja s/d 7,5 ton = 2/3 x
   - Berat TP Baja 7,5 s/d 12 ton = 1/2 x (+500kg)
   - Untuk TP Beton energi dibatasi agar tidak overstress dan timbul retak-retak. Lihat persyaratan mutu dan izin tegangan (Baja < 100 MPa & Beton < 15 MPa)
2. Pemilihan Drop Hammer
   - Berat hammer sama dengan berat tiang dan tidak boleh kurang dari setengah berat tiang dan minimum 2 ton untuk tiang pancang beton.
   - Tiang pancang baja berat palu harus dua kali berat tiang.
   - Catatan: alat yang dipilih mampu memasukan tiang 3 mm dlm setiap pukulan pada 15 cm dari akhir pemancangan

Energi Diesel Hammer

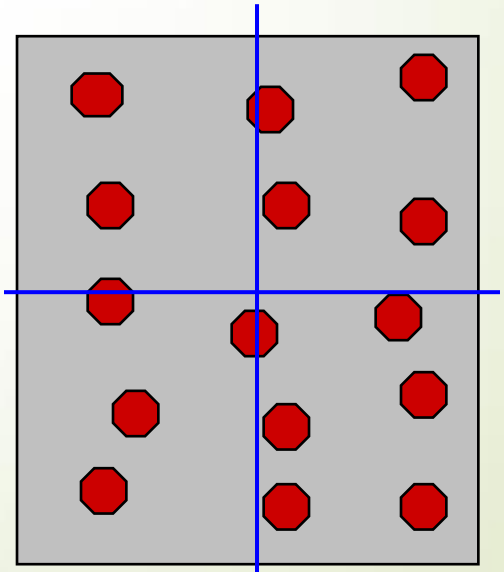
Tipe Hammer	Berat Ram (kg)	Stroke (m)	Energi (kNm)	Blow Rate/menit
K – 150	15000	2.59	382	45 – 60
K – 45	4500	2.80	124	39 – 60
K – 42	4200	2.59	107	45 – 60
K – 32	3200	2.59	81	45 – 60
K – 25	2500	2.80	69	39 – 60
K – 13	1300	2.59	33	45 – 60
MB70	7000	2.59	178	38 – 60
M43	4300	2.59	109	40 – 60
M33	3300	2.59	84	40 – 60
M23	2300	2.59	58	42 – 60
M14	1400	2.59	36	42 – 60

Kesalahan Umum Pekerjaan Pondasi

1. Kedalaman tiang pancang geser/friksi tidak sesuai desain
2. Kalendering pada tiang yang terlalu besar
3. Salah penanganan, penempatan dan pemancangan tiang beton
4. Selimut beton kurang pada tiang beton yang dicor di tempat
5. Letak dasar pondasi yang tidak memperhitungkan kedalaman scouring
6. Mengalami eksentrisitas akibat kesalahan pemancangan



Desain



Pelaksanaan

Persyaratan Toleransi Pondasi

- Pergeseran lokasi kepala tiang ≤ 75mm
- Penyimpangan kemiringan ≤ 20mm/m
- Kelengkungan tiang cor langsung ≤ 0,01 panjang tiang dalam segala arah
- Untuk bor beton cast-in-situ: garis tengah lubang tanpa casing harus 0 sampai dengan +5% dari diameter nominal pada setiap posisi

Mobilisasi Tiang Pancang

Pabrikasi Sepatu Tiang Pancang

Pemancangan Tiang Pancang Di Abutment

Pemancangan Tiang Pancang Di Pilar

Tiang Uji (Test Pile)

Tiang uji dilaksanakan jika dianggap perlu untuk mengetahui dengan pasti kedalaman dan daya dukung dari fondasi tiang pada jembatan.

- Pengujian tiang uji harus diteruskan hingga pengujian tiang uji tersebut sampai didapat daya dukung tiang yang sesuai dengan rencana.
- Jumlah tiang uji minimal satu dan tidak lebih dari empat untuk setiap jembatan.
- Tiang uji dapat dilaksanakan di dalam/luar keliling fondasi, dan dapat menjadi bagian dari pekerjaan yang permanen.

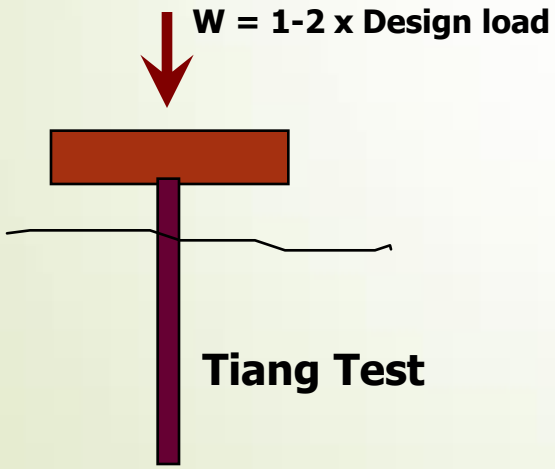
Nomor Mata Pembayaran 7.6.(10)

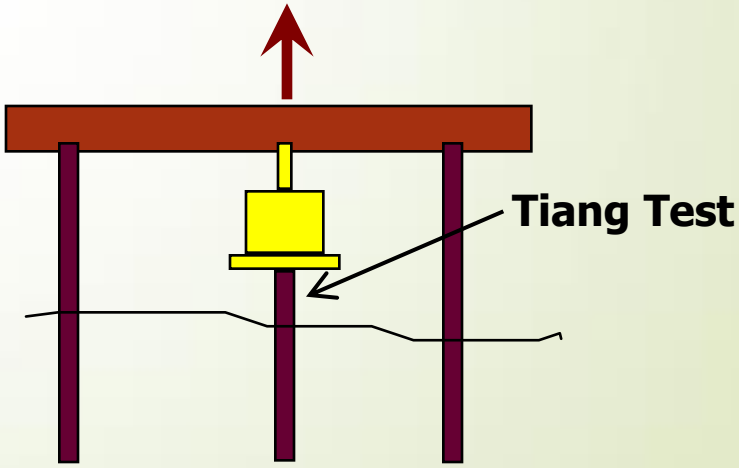
Pengujian Pembebanan Statis (SLT)

Teknik Pembebanan SLT:

1. Langsung
2. Dengan Jack

Standar ASTM D3689-90 Standard Test Method for Individual Piles Under Static Axial Tensile Load





Nomor Mata Pembayaran 7.6.(11)

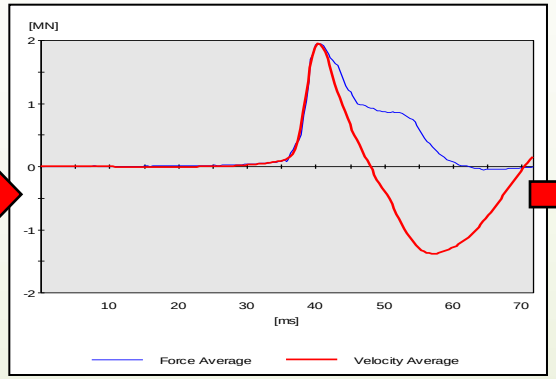
Pengujian Tiang Pancang Dinamis (PDA)

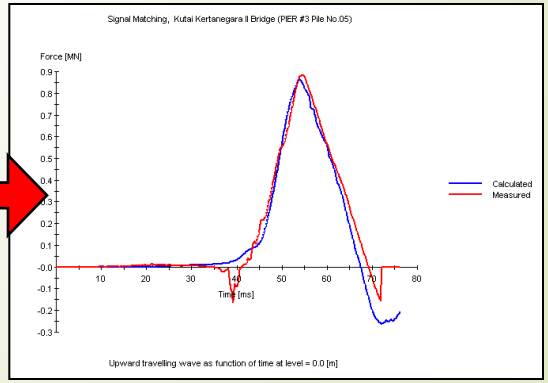
Uji beban dinamis untuk mengetahui daya dukung tiang & integritas tiang sebagai alternatip dari uji beban statis.

Teknik Testing:

1. Catatan gelombang pantul dari test di lapangan
2. Signal Matching: Modeling properties tanah sehingga sesuai dengan gelombang lapangan

ASTM D 4945-00 Standard Test Method for High-Strain Dynamic Testing of Piles





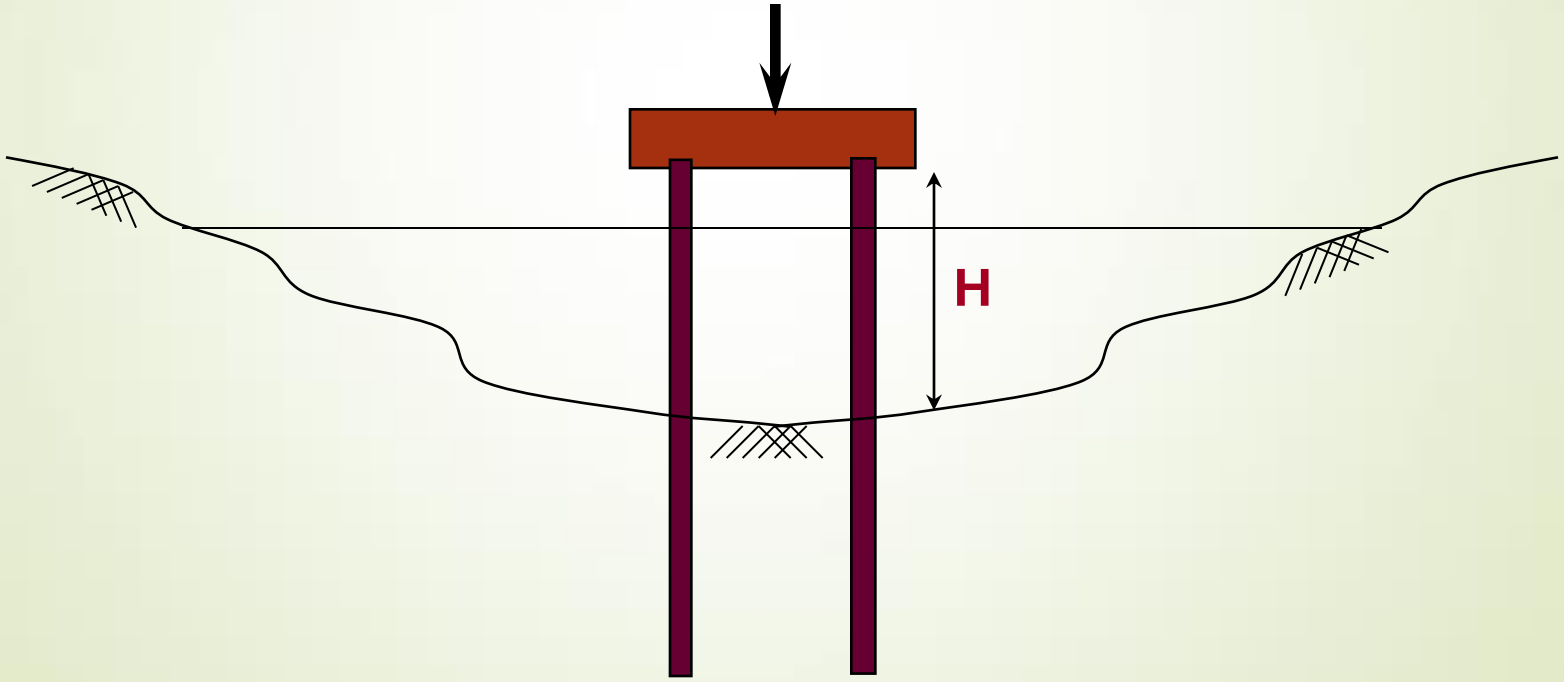
Nomor Mata Pembayaran 7.6.(12)

Pengadaan dan Pemancangan Tiang Pancang

- Kuantitas TP KAYU, BAJA dan BETON yang akan diukur adalah jumlah panjang (m) **TERPASANG**.
- Panjang masing-masing TP diukur dari ujung TP sampai sisi bawah pur (pile cap) untuk tiang pancang **yang seluruh panjangnya** masuk ke dalam tanah.
- Bahan isian tiang: PASIR tidak dibayar terpisah sedangkan BETON & TULANGAN dibayar terpisah.
- Baja tulangan dalam beton, penyetelan, sepatu dan penyambungan bilamana diperlukan, acuan tidak akan diukur untuk pembayaran.
- Tidak ada pengukuran untuk bagian beton yang harus dibongkar agar supaya batang baja tulangan itu dapat dimasukkan ke dalam struktur yang mengikatnya.

Pelaksanaan TP Beton Di tempat yang berair

- Pengukuran (meter) untuk biaya tambahan terhadap **TP BETON** yang dilaksanakan di bawah air harus yang diukur dari muka tanah dasar air (danau,sungai, selat) sampai ke permukaan air normal rata-rata.



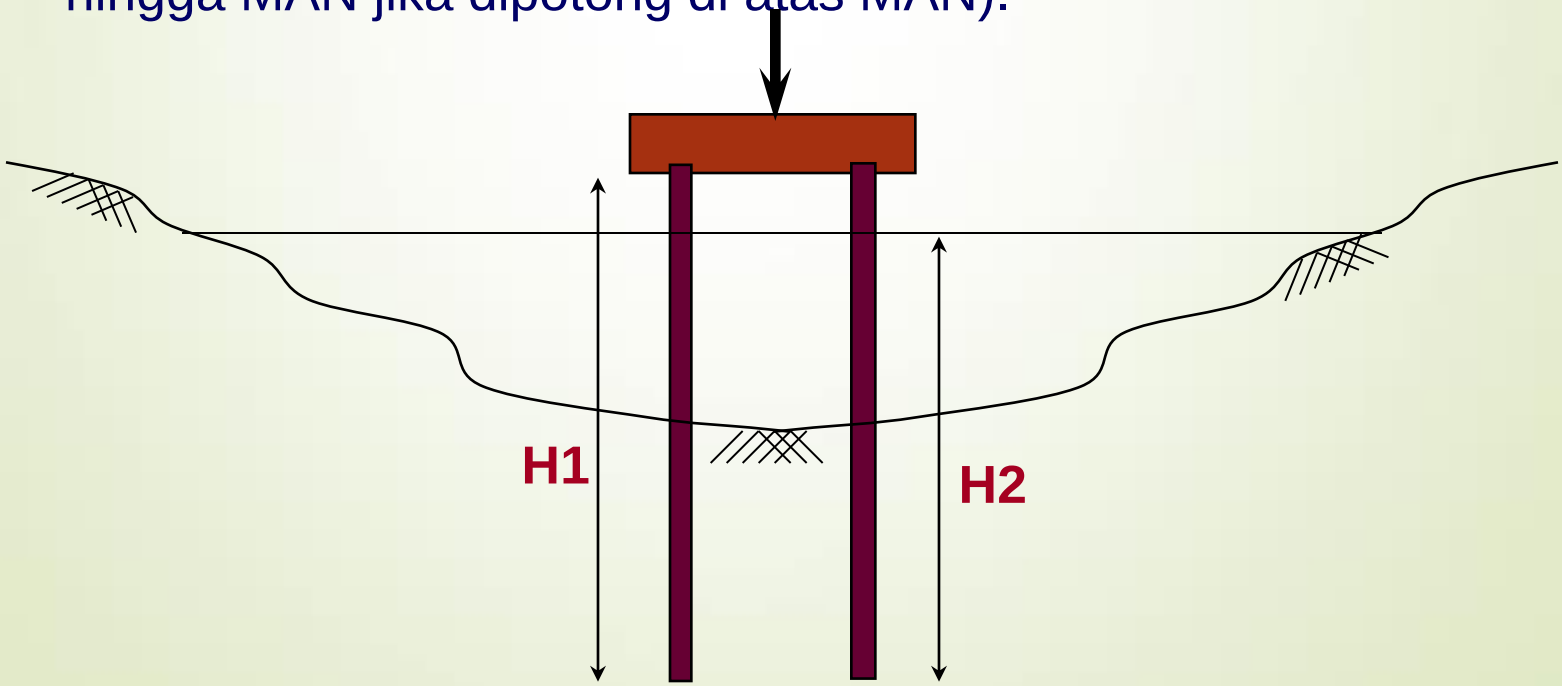
Pengukuran dan Pembayaran

Tiang Bor Beton Cor langsung di tempat

- Panjang H1 (meter) harus diukur dari ujung tiang bor sampai elevasi bagian atas tiang bor yang akan dipotong.

Biaya tambahan untuk pelaksanaan di tempat berair

- Pengukuran H2 (meter) mulai dari ujung tiang bor sampai elevasi bagian atas tiang bor yang akan dipotong (jika di bawah dan hingga MAN jika dipotong di atas MAN).



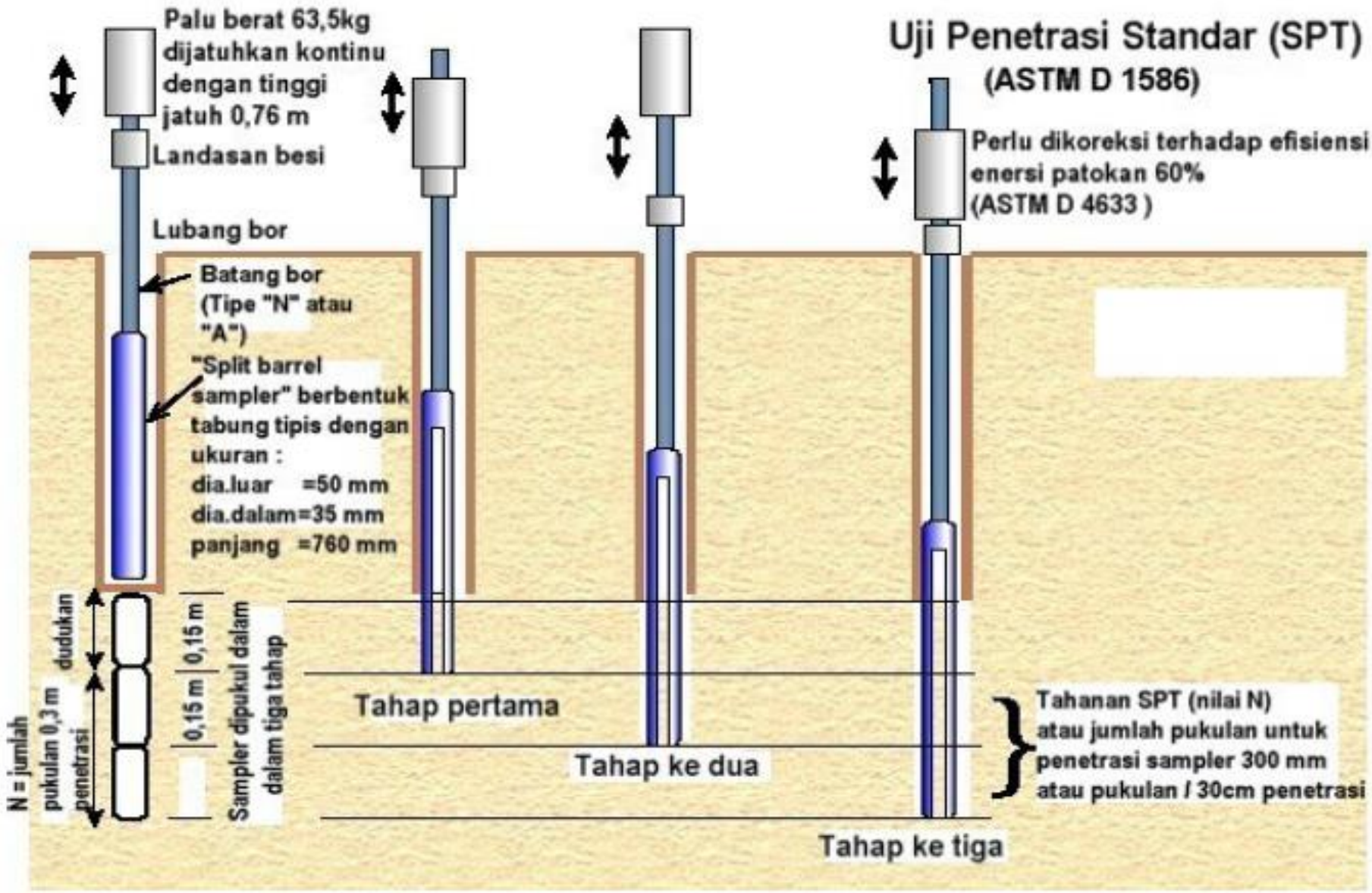
Dasar Pembayaran

Kompensasi penuh untuk

- Penyediaan, penanganan, pemancangan, penyambungan, perpanjangan, pemotongan kepala tiang, pengecatan, perawatan, pengujian, baja tulangan atau baja prategang dalam beton, penggunaan peledakan, pengeboran atau peralatan lainnya yang diperlukan untuk penetrasi ke dalam lapisan keras
- termasuk hilangnya selubung (casing), semua tenaga kerja dan setiap peralatan yang diperlukan dan semua biaya lain yang perlu dan biasa untuk penyelesaian yang sebagaimana mestinya dari pekerjaan yang diuraikan dalam Seksi ini.
- Tidak ada pembayaran tambahan akibat penambahan kuantitas dalam proses pengeboran.

Nomor Mata Pembayaran

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
7.6.(1)	Pengadaan & pemasangan cerucuk	m
7.6.(2)	Pengadaan & pemancangan TP KAYU tanpa pengawetan	m
7.6.(3)	Pengadaan & pemancangan TP KAYU dengan pengawetan	m
7.6.(4)	Pengadaan & pemancangan TP BAJA	m
7.6.(5)	Pengadaan & pemancangan TP BETON BERTULANG	m
7.6.(6)	Pengadaan & pemancangan TP BETON PRATEGANG	m
7.6.(7)	Tiang Bor Beton	m
7.6.(8)	Tambahan biaya 7.6.(2) – 7.6.(6) pekerjaan di air	m
7.6.(9)	Tambahan biaya 7.6.(7) pekerjaan di air	
7.6.(10)	Tiang uji	m
7.6.(11)	Pengujian pembebanan statis (siklik/bertahap)	Bh
7.6.(12)	Pengujian pembebanan dinamis (PDA/PDLT)	Bh
7.6.(13)	Pengujian keutuhan tiang (PIT)	bh

Thank you

Pengujian Penetrasi dengan SPT