

BAB V

ANALISIS DAYA DUKUNG PONDASI DALAM

Hasil akhir dari kegiatan penilitan ini adalah perhitungan daya dukung tanah pondasi dalam berdasarkan data CPTU, yang dimana yang dipakai adalah data CPTU 7, CPTU 9, CPTU 10, CPTU 11, CPTU 12, CPTU 13, CPTU 14, dan CPTU 15. Daya dukung pondasi dalam yang sering dipakai adalah pondasi tiang pancang. Kedalaman pondasi biasanya lebih dari 7 m. Kedalaman pemancangan ditentukan berdasarkan letak kedalaman lapisan yang memiliki daya dukung cukup atau sampai mencapai lapisan tanah keras. Kedalaman pemasangan pondasi tiang bisa mencapai 25 meter untuk *bored pile*, efektifnya kira-kira 18 m, dan lebih dari 25 m untuk tiang pancang

Pondasi dalam adalah pondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batu yang terletak jauh dari permukaan umumnya lebih dari 10 m tergantung dari kondisi geologi daerah tersebut, seperti: pondasi sumuran (*pier foundation*) yaitu pondasi yang merupakan peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi tiang, digunakan bila tanah dasar yang kuat terletak pada kedalaman yang relatif dalam. Pondasi tiang (*pile foundation*), digunakan bila tanah pondasi pada kedalaman yang normal tidak mampu mendukung bebannya dan tanah kerasnya terletak pada kedalaman yang sangat dalam. Pondasi tiang umumnya berdiameter lebih kecil dan lebih panjang dibanding dengan pondasi sumuran (*Bowles, J. E., 1991*).

Dalam penelitian ini penulis menggunakan rumus Meyerhoff (1965). Untuk menghitung daya dukung pondasi dalam khususnya tiang pancang berikut adalah rumus dibawah ini :

$$P = (q_c \cdot A_p) / 3 + (JHL \cdot K_a) / 5$$

dimana: P = Daya dukung tiang pancang ijin (kg)

q_c = Nilai konus (kg/cm²)

A_p = Luas penampang tiang pancang (cm²)

K_a = Keliling penampang tiang (cm)

JHL = Jumlah hambatan lekat (kg/cm)

SF = faktor keamanan sebesar 3 dan 5

Perhitungan daya dukung satu tiang pancang pada daerah penelitian dilakukan pada kedalaman 10-30 meter dengan interval 2 meter. Dengan data tiang pancang :

Diameter tiang pancang (D) : 50 cm

Keliling tiang pancang (K_a) : $\pi \cdot 50 \text{ cm} = 157 \text{ cm}$

Luas tiang pancang (A_p) : $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$
 : $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 50^2 = 1964 \text{ cm}^2$

Berikut ini adalah hasil perhitungan daya dukung tiang pancang menggunakan rumus dari Meyerhoff (Tabel 5.1).

Tabel 5.1 Hasil perhitungan daya dukung berdasarkan data CPTU.

Kode lokasi	Kedalaman (m)	Nilai q_c (kg/cm ²)	Nilai JHL (kg/cm)	Daya dukung tiang, P (Ton)
CPTU-07	10	4,07	2834,71	91,67438733
	12	5,51	3075,37	100,1738313
	14	15,82	4226,79	143,0780327
	16	39,7	4540,27	168,5547447
	18	7,28	4773,72	154,6607813
	20	13,06	5343,34	176,3308227

	22	18,55	6068,23	202,6864887	
	24	7,36	6856,53	220,1133887	
	26	21,12	8119,45	268,77729	
	28	9,8	9700,96	311,0258773	
CPTU-09	10	5,51	2323,48	76,56448533	
	12	6,16	2663,34	87,66162267	
	14	75,74	3701,37	165,8074713	
	16	9,17	7014,01	226,2432073	
	18	19,48	7805,94	257,8594227	
	20	9,89	8186,6	263,5338933	
	22	15,18	8718,17	283,688378	
	24	20,24	9573,38	313,8545853	
	26	8,36	10397,64	331,9589093	
		28	58,52	11914,02	412,4113213
CPTU-10	10	3,59	1689,11	55,38830733	
	12	13,38	2156,11	76,461294	
	14	4,31	2340,31	76,30734733	
	16	4,8	2524,88	82,423632	
	18	5,64	2826,29	92,437826	
	20	13,5	3258,84	111,165576	
	22	32,28	4014,77	147,196418	
	24	34,57	5735,14	202,7152227	
	26	6,56	6874,41	220,1510873	
	28	8,29	7422,32	238,4880347	
		30	9,49	7999,39	257,3936327
	CPTU-11	10	4,89	2513,06	82,111404
12		7,45	2931,63	96,93044867	
14		3,24	3128,14	100,344716	
16		4,4	3431,51	110,6299473	
18		179,8	3854,79	238,7494727	
20		12,03	4634,89	153,411186	
22		36,71	6466,59	227,0837393	
24		7,94	8624,09	275,9944793	
		26	9,34	9772,42	312,9685747
CPTU-12	10	14,89	1831,09	67,24421267	
	12	4,02	2061,02	67,347788	
	14	3,13	2364,51	76,29472067	
	16	3,34	2713,66	87,39551067	
	18	3,9	3084,74	99,414036	

	20	13,25	3629,26	122,6330973
	22	5,74	4355,62	140,5242547
	24	5,74	4844,83	155,8854487
	26	6,75	5323,96	171,591344
	28	7,67	5881,94	189,7142093
	30	9,27	6588,64	212,952056
CPTU-13	10	2,39	2079,48	66,86032533
	12	2,79	2357,52	75,852648
	14	2,75	2651,17	85,04707133
	16	3,32	2937,36	94,40659733
	18	3,88	3276,39	105,4187527
	20	5,76	3689,61	119,624634
	22	9,01	4151,83	136,2660087
	24	6,81	5241,07	169,027878
	26	5,08	5787,64	185,0576027
	28	6,77	6278,21	201,5678873
	30	7,53	6823,11	219,175294
CPTU-14	10	2,83	3136,32	100,3331547
	12	2,55	3276,75	104,55935
	14	3,03	3521,81	112,568474
	16	2,91	377,82	13,768628
	18	3,83	3974,53	127,3076153
	20	5,4	4316,87	139,084918
	22	5,96	4707,76	151,7254773
	24	7,29	5334,04	172,261376
	26	20,45	7019,55	233,8018033
	28	7,49	7663,51	245,5376673
	30	8,13	8205,86	262,986444
CPTU-15	10	3,89	1921,48	62,88112533
	12	6,14	2272,19	75,36641933
	14	2,97	2568,79	82,604366
	16	3,73	2838,01	91,55542067
	18	5,77	3121,91	101,8054007
	20	4,61	3516,53	113,4370553
	22	4,29	3867,36	124,243624
	24	8,94	4753,06	155,098804
	26	11,71	5329,73	175,0196687
	28	7,26	5851,55	188,49155
	30	8,86	6390,35	206,4573367

Berdasarkan perhitungan daya dukung untuk tiang pancang pada daerah penelitian, diperoleh nilai daya dukung terendah pada lokasi CPTU-7 pada kedalaman 10 meter yaitu, nilai q_c (kg/cm^2) = 4,07 kg/cm^2 , nilai JHL (kg/cm) = 2834,71 kg/cm^2 , sedangkan untuk daya dukung tiang pancang ijin $P = 91,67$ ton. Untuk daya dukung tertinggi pada lokasi CPTU-7 pada kedalaman 28 meter yaitu, nilai q_c (kg/cm^2) = 9,8 kg/cm^2 , nilai JHL (kg/cm) = 9700,96 kg/cm^2 , sedangkan untuk daya dukung tiang pancang ijin $P = 311,025$ ton.

Untuk lokasi CPTU-9 diperoleh nilai daya dukung terendah pada kedalaman 10 meter yaitu, nilai q_c (kg/cm^2) = 5,51 kg/cm^2 , nilai JHL (kg/cm) = 2323,48 kg/cm^2 , sedangkan untuk daya dukung tiang pancang ijin $P = 76,564$ ton. Untuk daya dukung tertinggi pada lokasi CPTU-09 pada kedalaman 29 meter yaitu, nilai q_c (kg/cm^2) = 58,52 kg/cm^2 , nilai JHL (kg/cm) = 11914,02 kg/cm^2 , sedangkan untuk daya dukung tiang pancang ijin $P = 412,411$ ton.

Untuk lokasi CPTU-10 diperoleh nilai daya dukung terendah pada kedalaman 12 meter yaitu, nilai q_c (kg/cm^2) = 3,59 kg/cm^2 , nilai JHL (kg/cm) = 1689,11 kg/cm^2 , sedangkan untuk daya dukung tiang pancang ijin $P = 55,38$ ton. Untuk daya dukung tertinggi pada lokasi CPTU-10 pada kedalaman 30 meter yaitu, nilai q_c (kg/cm^2) = 9,49 kg/cm^2 , nilai JHL (kg/cm) = 7999,39 kg/cm^2 , sedangkan untuk daya dukung tiang pancang ijin $P = 257,393$ ton.

Untuk lokasi CPTU-11 diperoleh nilai daya dukung terendah pada kedalaman 11 meter yaitu, nilai q_c (kg/cm^2) = 4,89 kg/cm^2 , nilai JHL (kg/cm) = 2513,06 kg/cm^2 , sedangkan untuk daya dukung tiang pancang ijin $P = 82,11$ ton. Untuk daya dukung tertinggi pada lokasi CPTU-11 pada kedalaman 26 meter yaitu,

nilai q_c (kg/cm^2) = 9,34 kg/cm^2 , nilai JHL (kg/cm) = 9772,42 kg/cm^2 , sedangkan untuk daya dukung tiang pancang ijin P = 312,968 ton.

Untuk lokasi CPTU-12 diperoleh nilai daya dukung terendah pada kedalaman 10 meter yaitu, nilai q_c (kg/cm^2) = 14,89 kg/cm^2 , nilai JHL (kg/cm) = 1831,09 kg/cm^2 , sedangkan untuk daya dukung tiang pancang ijin P = 67,24 ton. Untuk daya dukung tertinggi pada lokasi CPTU-12 pada kedalaman 30 meter yaitu, nilai q_c (kg/cm^2) = 9,27 kg/cm^2 , nilai JHL (kg/cm) = 6588,64 kg/cm^2 , sedangkan untuk daya dukung tiang pancang ijin P = 212,95 ton.

Untuk lokasi CPTU-13 diperoleh nilai daya dukung terendah pada kedalaman 10 meter yaitu, nilai q_c (kg/cm^2) = 2,39 kg/cm^2 , nilai JHL (kg/cm) = 2079,48 kg/cm^2 , sedangkan untuk daya dukung tiang pancang ijin P = 66,86 ton. Untuk daya dukung tertinggi pada lokasi CPTU-13 pada kedalaman 30 meter yaitu, nilai q_c (kg/cm^2) = 7,53 kg/cm^2 , nilai JHL (kg/cm) = 6823,11 kg/cm^2 , sedangkan untuk daya dukung tiang pancang ijin P = 219,175 ton.

Untuk lokasi CPTU-14 diperoleh nilai daya dukung terendah pada kedalaman 10 meter yaitu, nilai q_c (kg/cm^2) = 2,83 kg/cm^2 , nilai JHL (kg/cm) = 3136,32 kg/cm^2 , sedangkan untuk daya dukung tiang pancang ijin P = 100,333 ton. Untuk daya dukung tertinggi pada lokasi CPTU-14 pada kedalaman 30 meter yaitu, nilai q_c (kg/cm^2) = 8,13 kg/cm^2 , nilai JHL (kg/cm) = 8205,86 kg/cm^2 , sedangkan untuk daya dukung tiang pancang ijin P = 262,986 ton.

Untuk lokasi CPTU-15 diperoleh nilai daya dukung terendah pada kedalaman 10 meter yaitu, nilai q_c (kg/cm^2) = 3,89 kg/cm^2 , nilai JHL (kg/cm) = 1921,48 kg/cm^2 , sedangkan untuk daya dukung tiang pancang ijin P = 62,881 ton. Untuk daya dukung tertinggi pada lokasi CPTU-15 pada kedalaman 30 meter yaitu,

nilai q_c (kg/cm^2) = 8,86 kg/cm^2 , nilai JHL (kg/cm) = 6390,35 kg/cm^2 , sedangkan untuk daya dukung tiang pancang ijin $P = 206,457$ ton.

Secara umum, hasil perhitungan daya dukung pada daerah penelitian memiliki nilai yang rendah, karena pada daerah penelitian litologi penyusunnya dominan lempung dan nilai tertinggi daya dukung hanya 412,411 ton. Apabila beban bangunan yang didirikan pada daerah penelitian lebih besar dari pada daya dukung yang diijinkan, seperti yang disebutkan diatas, maka akan terjadi penurunan akibat konsolidasi.

Tabel 5.2 Jumlah tiang pancang (L=10 m, D= 50 cm) untuk beban bangunan tinggi 10 lantai untuk setiap lokasi.

Lokasi	Daya dukung tiang pancang (Ton)	Jumlah tiang pancang
CPTU-07	91,674	29
CPTU-09	76,564	33
CPTU-10	55,388	45
CPTU-11	82,111	31
CPTU-12	67,244	37
CPTU-13	66,86	37
CPTU-14	100,333	25
CPTU-15	62,881	39

Berdasarkan perhitungan daya dukung tanah untuk pondasi tiang pancang, maka dapat diketahui berapa jumlah tiang pancang yang diperlukan untuk menopang berat bangunan bertingkat di suatu tapak. Menurut Indarto (2005), berat lantai bangunan bertingkat adalah 272,22 ton, dan berat atap adalah 196,224 ton.

Jika mempertimbangkan bangunan tingkat 10 lantai (termasuk atap), maka berat total bangunan (Wt) adalah 2646,204 ton. Tabel 5.2 menyajikan hasil perhitungan jumlah tiang pancang yang diperlukan untuk bangunan 10 lantai (termasuk lantai atas/ atap) di setiap lokasi.

Menurut Zakaria (2014), daya dukung tanah dapat ditingkatkan dengan penambahan atau pencampuran tanah dengan CaO sebanyak 15% dari berat tanah. Pencampuran tanah dengan kapur (CaO) dilakukan untuk meningkatkan variabel tanah dan perkuatan daya dukung tanah pada kondisi tanah yang sudah diperbaiki. Pencampuran CaO (*mixing*) dengan tanah asli tersebut dilakukan dengan cara membuat *remolded* sampel kemudian ditimbang beratnya, kemudian ditambahkan CaO setiap 15% dari berat tanah. Melalui percobaan, Zakaria (2014) berhasil meningkatkan nilai sudut geser dalam, bobot isi dan menurunkan nilai aktivitas lempung menjadi kurang dari 1. Peningkatan nilai sudut geser dan bobot isi tanah ini mempengaruhi nilai daya dukung menjadi lebih besar hingga 4 kali lipat dari daya dukung awal yang belum diperbaiki.