

ANALISIS DAYA DUKUNG AKSIAL TIANG GRUP AKIBAT PERGESERAN AS-SPUN PILE

Immanuel Panusunan Tua Panggabean¹⁾ Valentana Ardian Tarigan²⁾

^{1),2)} Universitas Quality, Jl. Ring Road No. 18 Ngumban Surbakti Medan

Email : nuelgabe@gmail.com

Abstrak

Pelaksanaan konstruksi abutmen jembatan dan dermaga umumnya menggunakan pondasi tiang, penggunaan pondasi tiang dilaksanakan untuk mencegah adanya erosi ataupun pergerakan tanah pada permukaan yang dapat mengakibatkan terjadinya kehilangan daya dukung atau berkurangnya daya dukung yang signifikan bila dilaksanakan dengan menggunakan pondasi dangkal. Pelaksanaan konstruksi pondasi tiang juga sering mengalami pergeseran posisi as-nya sehingga perlu ditinjau daya dukung yang terjadi akibat pergeseran as terhadap daya dukung tiang rencana. Analisis akibat pergeseran as-spun pile menggunakan pendekatan metode Feld dan metode Converse-Laberre sebagai tinjauan efisiensi daya dukung tiang grup. Daya dukung tiang grup pada kondisi eksisting menurun akibat pergeseran tiang sejauh 1 (satu) meter, tetapi masih dalam batas aman untuk memikul beban rencana.

Kata kunci : daya dukung, metode Feld, metode Converse-Laberre, efisiensi.

Abstract

The construction of bridge and dock abutments generally uses pile foundations, the use of pile foundation is carried out to prevent erosion or movement of land on the surface which can result in loss of bearing capacity or a significant reduction in bearing capacity if carried out using a shallow foundation. The implementation of the pile foundation construction also often experiences a shift in its axle position so it needs to be reviewed the carrying capacity that occurs due to the shift of the axle carrying capacity of the plan. Analysis due to shifting of as-spun pile using the Feld method approach and the Converse-Laberre method as a review of spun pile group bearing capacity efficiency. The bearing capacity of the group pile in the existing condition decreased due to the shift of the pile as far as 1 (one) meter, but it was still within safe limits to carry the burden of the plan.

Keywords: bearing capacity, Feld method, Converse-Laberre method, efficiency.

Pendahuluan

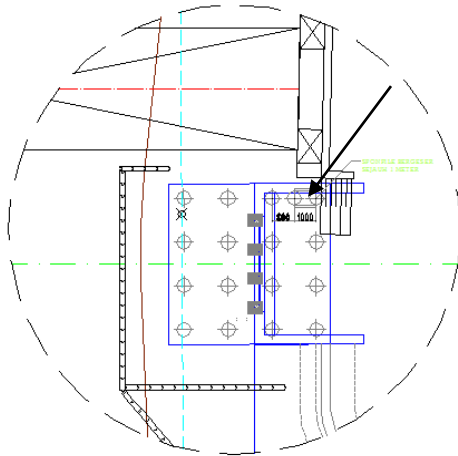
Abutmen atau pier biasanya dibangun di atas tiang untuk menghindari kemungkinan hilangnya daya dukung akibat tergerusnya tanah permukaan, Panggabean, IPT 2017 [1].

Penelitian ini meninjau daya dukung tiang yang bergeser dari as sejauh 1 (satu) meter

dari titik rencana seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1.

Pergeseran tiang sejauh 1 (meter) menyebabkan terjadinya penurunan daya dukung tiang grup. Kemampuan daya dukung tiang grup harus ditinjau ulang terhadap kemampuan grup tiang dengan perencanaan pembebanan.

Data perencanaan daya dukung aksial tiang pancang sebesar 88 ton untuk tiang tunggal. Jumlah tiang yang digunakan untuk tiang grup berjumlah 12 buah tiang, dengan formasi tiang 3 baris untuk arah sb-x dan 4 baris arah sb-y.



Gambar 1. Titik tiang bergeser 1 m

Metode Penelitian

Metode analitis dari data-data laporan hasil penyelidikan tanah di lapangan. Data penyelidikan tanah yang digunakan ada 2 (dua) yaitu data dari penyelidikan tanah dengan menggunakan data sondir dan data penyelidikan tanah menggunakan data SPT. Perhitungan daya dukung tanah yang diambil dari data sondir menggunakan rumusan Metode Langsung. Rumus yang digunakan untuk menghitung daya dukung aksial tiang pancang tunggal dari data sondir berdasarkan metode langsung dapat diuraikan sebagai berikut:

$$Q_{ult} = ppk(qc) \times A_p + JHL \times K$$

$$Q_{all} = (ppk(qc) \times A_p) / 3 + (JHL \times K) / 5$$

dengan

$$A_p = \pi d^2 / 4$$

$$K = \pi d$$

$$qc = (qc1 + qc2) / 2$$

dimana

Q_{ult} = Daya dukung ultimit
 PPK = Perlawanan Penetrasi Konus (qc)

A_p = Luas Penampang Tiang
 JHL = Jumlah Hambatan Lekat
 K = Keliling
 d = diameter tiang
 qc = tahanan ujung sondir
 $qc1$ = rata-rata PPK (qc di atas titik tiang) 8D
 $qc2$ = rata-rata PPK (qc di bawah titik tiang) 4D

Meyerhof membagi rumus atas jenis tanah dan mekanisme pemindahan beban ke tanah, rumus yang digunakan untuk menghitung daya dukung aksial tiang pancang dari data Standard Penetration Test (SPT) berdasarkan metode Meyerhof (1976) sebagai berikut:

Rumus daya dukung ujung tiang untuk tanah pasir (non kohesif):

$$Q_p = A_p \cdot q_p$$

$$Q_p(kN/m^2) = 40 N_{corr} L/D \leq 400 N_{corr}$$

dimana

A_p = luas ujung tiang
 N_{corr} = rata-rata nilai N_{SPT}
 $N1$ adalah nilai N rata-rata 10D di atas titik ujung tiang.
 $N2$ adalah nilai N rata-rata 4D di bawah titik ujung tiang.

Rumus daya dukung ujung tiang untuk tanah lempung (kohesif) :

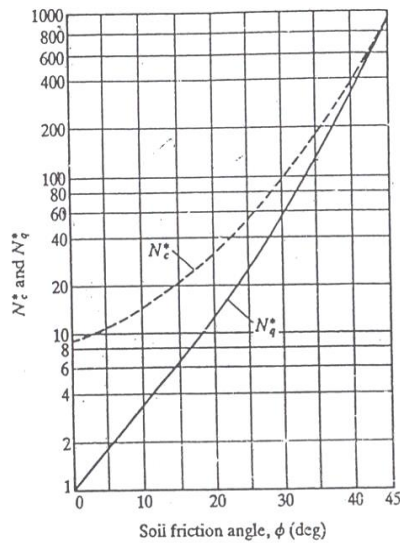
$$Q_p = N_c \cdot c_u \cdot A_p = 9 c_u \cdot A_p$$

dimana N_c * (**Gambar 2**).

Rumus daya dukung selimut tiang untuk tanah pasir (non kohesif):

$$Q_s = f_{av} \cdot p \cdot L_i$$

f_{av} (kN/m²) = 2 N_{corr} (untuk tiang pancang dengan high displacement).
 f_{av} (kN/m²) = N_{corr} (untuk tiang pancang dengan low displacement).



Gambar 2. Grafik N_c^* (Braja M. Das)

Q_p = Tahanan ujung ultimit (kN)

A_p = Luas penampang tiang pancang (m^2)

N_{corr} = Jumlah pukulan yang diperlukan dari percobaan SPT memakai $N_{corr} = (N_1 + N_2)/2$.

N_1 adalah nilai N rata-rata 10D di atas titik tinjau.

N_2 adalah nilai N rata-rata 4D di bawah titik tinjau.

L_b = Tebal lapisan tanah kumulatif (m).

D = Diameter tiang pancang (m).

L_i = Tebal lapisan tanah ke- i (m).

p = Keliling tiang (m).

Metode α

Rumus daya dukung selimut tiang untuk tanah lempung (kohesif) yang menggunakan data Standard Penetration Test (SPT) berdasarkan metode α :

$$Q_s = f \cdot p \cdot L_i$$

$$f = \alpha C_u$$

dimana:

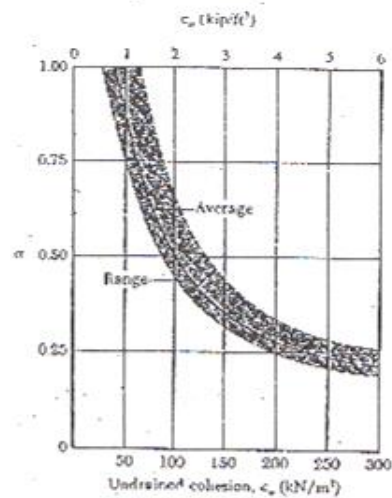
Q_s = Tahanan selimut ultimit (kN)

L_i = Tebal lapisan tanah ke- i (m)

p = Keliling tiang (m)

α = Koefisien adhesi antara tanah dan tiang

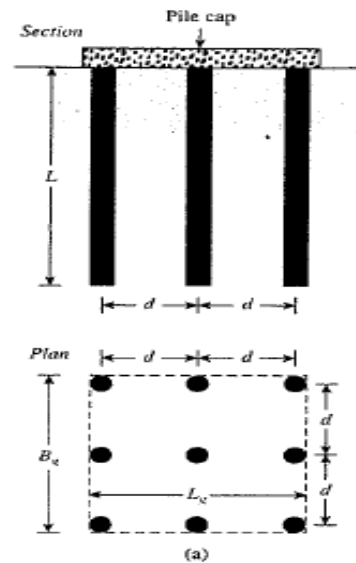
C_u = Kohesi undrained (kN/m^2) = $N_{corr}/3$. 10 dengan nilai α seperti pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Grafik α (Braja M. Das)

Efisiensi grup tiang

Efisiensi grup tiang menggunakan metode Converse-Labarre



Gambar 4. Grup tiang (Braja M. Das)

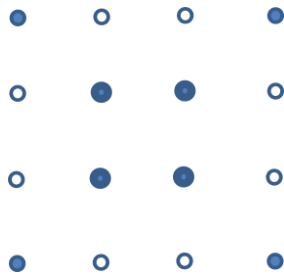
$$L_g = (n_1 - 1)d - 2(D/2)$$

$B_g = (n_2 - 1)d - 2(D/2)$, dimana $L_g \geq B_g$ seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.

$$\eta = 1 - \left[\frac{(n_1 - 1)n_2 + (n_2 - 1)n_1}{90 \cdot n_1 \cdot n_2} \right] \theta$$

Di mana

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{D}{d} \right)$$



Gambar 5. Formasi Grup tiang

Gambar 5 menunjukkan posisi formasi grup tiang yang direncanakan. Efisiensi menurut metode Feld diberikan pada koefisien yang disebutkan pada **Tabel 1**. Koefisien efisiensi grup tiang menurut jenis Tiang A, Tiang B dan Tiang C masing masing 0,50, 0,69 dan 0,81.

Tabel 1. Koefisien efisiensi grup tiang

Uraian		Koef
Tiang A		0.5
Tiang B		0.69
Tiang C		0.81

Analisis Data Tanah dan tiang

Data sondir menggunakan tiang berdiameter 600 mm, sumber data tanah diambil dari (PT.MBT). Perhitungan daya dukung tanah pada kedalaman 20 m diambil sebesar 189 ton seperti pada **Tabel 2**. Daya dukung tanah dengan data sondir di bawah ini.

Tabel 2. Daya dukung tanah dengan data sondir

Kedalaman (m)	PPk (qc) (kg/cm ²)	Ap (cm ²)	qc1 (kg/cm ²)	qc2 (kg/cm ²)	qp (kg/cm ²)	JHL (kg/cm)	Q ult (ton)	Qall (ton)
0	0	2,827	0.00	13.00	6.50	0	18.38	6.13
1	15	2,827	6.83	19.62	13.22	24	41.91	13.37
2	19	2,827	11.82	32.15	21.99	54	72.34	22.76
3	21	2,827	14.44	50.77	32.60	84	108.02	33.89
4	50	2,827	19.76	64.69	42.23	122	142.39	44.40
5	70	2,827	29.08	70.23	49.66	180	174.33	53.58
6	65	2,827	41.24	76.08	58.66	240	211.09	64.33
7	70	2,827	51.44	72.31	61.87	300	231.49	69.62
8	90	2,827	64.04	64.85	64.44	360	250.07	74.31
9	50	2,827	70.64	62.92	66.78	418	267.61	78.70
10	60	2,827	69.24	85.31	77.27	470	307.08	90.55
11	70	2,827	68.64	106.31	87.47	530	347.23	102.42
12	110	2,827	73.24	121.08	97.16	592	386.30	113.89
13	110	2,827	81.60	124.54	103.07	662	416.21	122.10
14	120	2,827	90.92	138.46	114.69	730	461.88	135.61
15	130	2,827	105.96	150.23	128.10	800	512.98	150.89
16	150	2,827	121.24	155.54	138.39	870	555.28	163.23
17	160	2,827	134.80	150.69	142.75	940	580.79	169.97
18	150	2,827	140.48	149.91	145.19	1010	600.91	174.92
19	140	2,827	147.00	149.00	148.00	1080	622.04	180.20
20	160	2,827	151.04	160.00	155.52	1150	656.49	189.93

Perhitungan daya dukung tanah pada kedalaman 20 m, dengan menggunakan data SPT menggunakan tiang berdiameter 600 mm, sumber data tanah diambil dari (PT.MBT) dan faktor keamanan (SF)= 2,50 sebesar 164 ton

seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 3**, daya dukung tanah dengan data SPT di bawah ini. Perhitungan daya dukung tanah menggunakan rumus Meyerhoff.

Tabel 3. Daya dukung tanah dengan data SPT

Kedalaman (m)	N SPT	N1	N2	N corr	Skin Friction (kN)		End Bearing (kN)	Qult (kN)	Qult (ton)	Q all (ton)
					Local	Cumm				
0	0	0.000	5.000	2.500	18.85	18.85	-	18.85	1.88	0.75
2	10	5.000	8.958	6.979	39.47	58.32	263.11	321.42	32.14	12.86
3	20	10.000	11.458	10.729	60.67	118.99	606.72	725.71	72.57	29.03
4.5	17.5	11.875	12.569	12.222	69.12	188.10	1,036.73	1,224.83	122.48	48.99
6.5	15	12.500	13.889	13.194	74.61	262.72	1,492.26	1,754.97	175.50	70.20
8.5	17.5	13.333	15.417	14.375	81.29	344.00	1,625.77	1,969.78	196.98	78.79
10.5	15	15.833	16.111	15.972	90.32	434.33	1,806.42	2,240.74	224.07	89.63
12.5	17.5	17.083	17.222	17.153	97.00	531.32	1,939.93	2,471.26	247.13	98.85
14.5	10	15.417	19.083	17.250	97.55	628.87	1,950.93	2,579.80	257.98	103.19
16.5	40	19.167	22.139	20.653	116.79	745.66	2,335.77	3,081.43	308.14	123.26
18.5	36	22.667	25.889	24.278	137.29	882.94	2,745.75	3,628.70	362.87	145.15
20.5	29	24.583	30.000	27.292	154.33	1,037.28	3,086.61	4,123.89	412.39	164.96
22.5	50	30.417	35.417	32.917	186.14	1,223.41	3,722.79	4,946.20	494.62	197.85
24	45	35.000	39.444	37.222	210.49	1,433.90	4,209.73	5,643.64	564.36	225.75
25.5	45	40.833	42.722	41.778	236.25	1,670.15	4,724.96	6,395.10	639.51	255.80
27	50	42.500	43.667	43.083	243.63	1,913.78	4,872.61	6,786.39	678.64	271.46
30	50	44.833	44.833	44.833	253.53	2,167.31	5,070.53	7,237.84	723.78	289.51

Perhitungan daya dukung tiang berdasarkan *mechanical properties* bahan tiang, sebagai berikut :

Data *properties* yang digunakan, jenis tiang spun pile berdiameter 600mm, panjang tiang tertanam 20 m. Kuat tekan beton tiang yang digunakan f_c'

50 MPa, dan berat beton bertulang 24 kN/m³.

Luas penampang tiang 0,2827 m², berat tiang 135,72 kN, maka dihitung kapasitas dukung nominal tiang $\phi P_n = 0,60.0,30 f_c' - 1,2 W_p = 243,7$ kN.

Tabel 4. Daya dukung aksial grup tiang dengan efisiensi metode Converse-Labarre (Data Sondir)

Uraian	Rencana			Eksisting (Sondir)		Eksisting (Sondir)	
Jumlah baris tiar	m =	4	bh	3	bh	3	bh
Jumlah baris tiar	n =	4	bh	4	bh	3	bh
Diameter tiang	D =	600	mm	600	mm	600	mm
Jarak antar tiang	d =	1800	mm	1800	mm	1800	mm
	D/d =	0.33		0.33		0.33	
	t =	18.4		18.4		18.4	
Jarak tepi tiang ↓	Lx =	6000	mm	4200	mm	4200	mm
Jarak tepi tiang ↓	By =	6000	mm	6000	mm	4200	mm
Efisiensi tiang	E =	0.693		0.710		0.727	
Jumlah Tiang		16		12		9	
Daya dukung / spun pile		88	ton	189	ton	189	ton
Σ Daya dukung		1408	ton	2268	ton	1701	ton
Efisiensi		0.693		0.710		0.727	
Σ Daya dukung tiang grup		975.39	ton	1609.87	ton	1236.44	ton

Analisis Daya dukung Aksial Tiang grup

Perhitungan daya dukung aksial grup tiang akibat pergeseran 1 (satu) tiang sejauh 1 (satu) meter dari posisi tiang rencana dianalisis dengan memberikan kondisi I yaitu perhitungan 1 (satu) baris arah sb-x spun pile ditiadakan, kondisi II yaitu perhitungan 1 (satu) baris arah sb-x dan arah sb-y ditiadakan. Kondisi pemodelan I dan pemodelan II kemudian grup tiang dihitung dengan menggunakan metode Converse-Labarre. Data tanah yang digunakan

untuk pemodelan tersebut di atas menggunakan data sondir dan data SPT.

Daya dukung aksial grup tiang yang dihitung dari data sondir pada kedalaman 20 m menunjukkan bahwa pada data rencana grup tiang 975 ton, pemodelan grup tiang I sebesar 1609 ton, dan pemodelan grup tiang II sebesar 1236 ton, seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 4**. Daya dukung aksial grup tiang dengan efisiensi metode Converse-Labarre(DataSondir).

Tabel 5. Daya dukung aksial grup tiang dengan efisiensi metode Converse-Labarre (Data SPT)

Uraian	Rencana		Eksisting (SPT)		Eksisting (SPT)	
Jumlah baris tiang	m =	4	bh	3	bh	3
Jumlah baris tiang arah lain	n =	4	bh	4	bh	3
Diameter tiang	D =	600	mm	600	mm	600
Jarak antar tiang	d =	1800	mm	1800	mm	1800
	D/d =	0.33		0.33		0.33
	t =	18.4		18.4		18.4
Jarak tepi tiang ke tepi tiang - x	Lx =	6000	mm	4200	mm	4200
Jarak tepi tiang ke tepi tiang - y	By =	6000	mm	6000	mm	4200
Efisiensi tiang	E =	0.693		0.710		0.727
Jumlah Tiang		16		12		9
Daya dukung / spun pile		88	ton	164	ton	164
Σ Daya dukung		1408	ton	1968	ton	1476
Efisiensi		0.693		0.710		0.727
Σ Daya dukung tiang grup		975.39	ton	1396.93	ton	1072.89

Daya dukung grup tiang menggunakan data SPT pada kedalaman 20 m, menggunakan efisiensi metode Converse-Labarre pemodelan I sebesar 1396 ton dan

pemodelan II sebesar 1072 ton. **Tabel 5**. Daya dukung aksial grup tiang dengan efisiensi metode Converse-Labarre.

Pemodelan grup tiang menggunakan efisiensi metode Feld seperti pada **Tabel 6.** menunjukkan dari 16 spun pile yang digunakan, akibat

pergeseran tiang sejauh 1 meter dari posisi rencana menyebabkan kapasitas daya dukung grup tiang yang dihitung sebesar 9,94.

Tabel 6. Efisiensi Grup Tiang Metode Feld

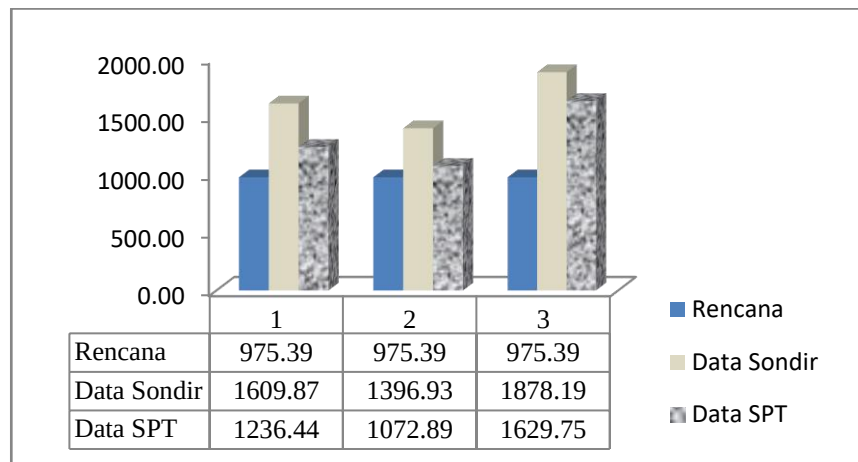
Uraian		Koef	Jlh	Qultimit
Tiang A		0.5	4	2
Tiang B		0.69	8	5.5
Tiang C		0.81	3	2.4375
Jumlah Kapasitas Tiang				9.94

Kapasitas daya dukung grup tiang dengan menggunakan data sondir menghasilkan besaran 1878 ton sedangkan daya dukung grup tiang

menggunakan data SPT menghasilkan daya dukung grup tiang 1629 ton. Seperti yang ditunjukkan dalam **Tabel 7.**

Tabel 7. Daya dukung aksial grup tiang dengan efisiensi Metode Feld

Uraian	Data Sondir	Data SPT
Kapasitas Daya Dukung Ultimit Metode Felds	9.94	9.94
Daya dukung / spun pile	189 ton	164 ton
Σ Daya dukung tiang grup	1878.19 ton	1629.75 ton



Gambar 6. Daya dukung grup tiang (ton)

Daya dukung grup tiang dari pemodelan yang dibentuk seperti penjelasan di atas menunjukkan bahwa kondisi pergeseran tiang sejauh 1 (satu) meter masih masuk dalam kategori aman, sehingga tidak diperlukan perbaikan atau perkuatan terhadap pondasi tiang grup yang telah dilaksanakan.

Kesimpulan

1. Daya Dukung Tanah yang dibutuhkan pada perencanaan sebesar 88T per tiang, sehingga untuk tiang Grup dengan efisiensi Converse Laberre diperoleh 975 T.
2. Akibat pergeseran tiang 1 buah sejauh 1 m, dianalisis dengan efisiensi Converse Laberre menggunakan data sondir, Daya dukung tanah tiang grup model 1 baris x ditiadakan : 1609 Ton
Daya dukung tanah tiang grup model 2 baris x & y ditiadakan : 1236 Ton
3. Akibat pergeseran tiang 1 buah sejauh 1 m, dianalisis dengan efisiensi Converse Laberre menggunakan data SPT,

Daya dukung tanah tiang grup model 1 baris x ditiadakan : 1396 Ton

Daya dukung tanah tiang grup model 2 baris x & y ditiadakan : 1072 Ton

4. Akibat pergeseran tiang 1 buah sejauh 1 m, dianalisis dengan efisiensi Feld

Daya dukung tanah tiang grup data sondir : 1878 Ton

Daya dukung tanah tiang grup data SPT: 1629 Ton

5. Analisis yang digunakan menggunakan metode Converse Laberre dan Metode Feld untuk efisiensi tiang grup disimpulkan bahwa Daya Dukung Tanah untuk kondisi eksisting lebih besar dari kebutuhan Daya Dukung rencana, sehingga kondisi eksisting aman terhadap daya dukung rencana.

Daftar Pustaka

Panggabean, IPT 2017, *Perbandingan daya dukung aksial tiang pancang tunggal berdasarkan data sondir dan data standard penetration test*, Jurnal Juitech, Vol. 01 No. 01 Maret 2017 ISSN Print : 2560-

4057, ISSN Online : 2597-7261
[http://www.portaluniversitasqu
ality.ac.id:5388/ojsystem/inde
x.php/JUITECH/article/view/3](http://www.portaluniversitasqu
ality.ac.id:5388/ojsystem/inde
x.php/JUITECH/article/view/3).

*Braja M, Das. 1998. Principles of
Foundation Engineering. PWS
Publishing, USA.*

*Tomlinson, M.J., 1997, Pile Design
and Construction Practice, 1st
Edition, View Point Publishing,
London.*