

ANALISIS PERBANDINGAN ANTARA FONDASI TIANG PANCANG BAJA *H-PILES* DAN FONDASI TIANG PANCANG BETON PERSEGI *PRESTRESSED*

Windy Widyarti Astari¹ dan Alfred Jonathan Susilo²

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
Email: windywidyarti7@gmail.com

²Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
Email: alfredsusilo@gmail.com

ABSTRAK

Sebagai struktur yang menopang beban struktur bangunan di atasnya, fondasi tiang pancang adalah salah satu jenis fondasi dalam yang sering digunakan dalam konstruksi bangunan. Berbeda dengan di negara lain seperti di Amerika Serikat, di Indonesia tiang pancang yang paling sering digunakan adalah tiang pancang beton dibandingkan tiang pancang baja maupun kayu. Untuk memperoleh hasil yang efisien, pemilihan jenis fondasi yang tepat merupakan hal yang sangat penting untuk dilakukan. Pada skripsi ini akan dilakukan analisis apakah fondasi tiang pancang beton persegi *prestressed* lebih banyak digunakan di Indonesia karena memang lebih optimal untuk diterapkan dibandingkan dengan fondasi tiang pancang baja *H-Piles*. Analisis akan dilakukan dengan cara melakukan perhitungan kapasitas tekan, kapasitas tarik dan penurunan fondasi tiang pancang baja *H-Piles* dan tiang pancang beton persegi *prestressed* apabila kedua tiang memiliki dimensi panjang dan lebar yang sama yang dikondisikan berada pada tanah yang sama. Analisis perhitungan terhadap kapasitas tekan, kapasitas tarik dan penurunan tiang akan dilakukan dengan perhitungan secara manual dan di cek dengan menggunakan *software* komputer. Hasil analisis pondasi tiang pancang baja *H-Piles* dan tiang pancang beton persegi *prestressed* tersebut kemudian akan dibandingkan dan dihitung selisih biaya material kedua tiang sebagai pertimbangan dalam pemilihan jenis fondasi tiang pancang hingga dapat disimpulkan jenis fondasi yang lebih optimal untuk digunakan pada tanah yang di analisis.

Kata kunci: kapasitas tiang, tiang baja *H-Piles*, tiang beton persegi *prestressed*, penurunan tiang

1. PENDAHULUAN

“Fondasi ialah bagian dari suatu sistem rekayasa yang meneruskan beban yang ditopang oleh fondasi dan beratnya sendiri kepada dan ke dalam tanah dan batuan yang terletak di bawahnya” (Bowles, 1997). Coduto, Kitch dan Yeung (2016) mengklasifikasikan fondasi kedalam 2 kategori, yaitu fondasi dangkal (*shallow foundations*) dan fondasi dalam (*deep foundations*). Pada karya tulis ini, jenis fondasi yang akan dibahas adalah fondasi dalam yaitu tiang pancang (*driven piles*). Tiang pancang dapat terbuat dari kayu, beton, baja dan komposit (*Deep Foundation Research Institute*, 2013). Menurut Coduto, Kitch dan Yeung (2016), terdapat banyak faktor yang perlu dipertimbangkan saat memilih material tiang fondasi, yaitu; beban yang bekerja, diameter yang dibutuhkan, panjang tiang yang dibutuhkan, ketersediaan tipe tiang pada daerah setempat, ketahanan tiang di lingkungan tertentu dan ketahanan tiang terhadap pemberian beban dinamik. Namun perlu diingat juga bahwa biaya (*cost*) merupakan salah satu unsur yang sangat penting dalam proyek konstruksi sehingga selain mempertimbangkan faktor-faktor di atas, fondasi juga perlu di desain dengan baik agar efisien dan tidak *over design* untuk menghemat biaya konstruksi. Dengan pertimbangan di atas, pada skripsi ini akan dilakukan analisis perbandingan kapasitas tekan, kapasitas tarik, penurunan dan harga material kedua jenis fondasi tiang pancang dengan material berbeda yaitu fondasi tiang pancang baja *H-Piles* dan fondasi tiang pancang beton persegi *prestressed* dengan dimensi panjang dan lebar yang sama yaitu 400 mm untuk memperoleh jenis fondasi yang lebih efisien untuk diterapkan.

Batasan Masalah

- Fondasi tiang pancang baja *H-Piles* 400x400x13x21 mm yang digunakan sesuai dengan spesifikasi tiang Tiong Woon Corporation Holding Ltd, sedangkan fondasi tiang pancang beton persegi *prestressed* 400x400 mm yang digunakan sesuai dengan spesifikasi tiang PT Adhi Persada Beton.
- Analisis kapasitas tekan, kapasitas tarik dan penurunan primer menggunakan perhitungan secara manual dan di cek dengan *software* komputer tanpa memperhitungkan korosi, sambungan dan pelapukan terhadap kedua jenis tiang fondasi tunggal *free-head* dengan beban aksial saja dan dikondisikan berada pada tanah dominan lanau yang sama dengan data tanah yang diperoleh dari salah satu perusahaan spesialis penyelidikan tanah.
- Analisis biaya dilakukan terhadap harga material tidak termasuk biaya instalasi tiang.

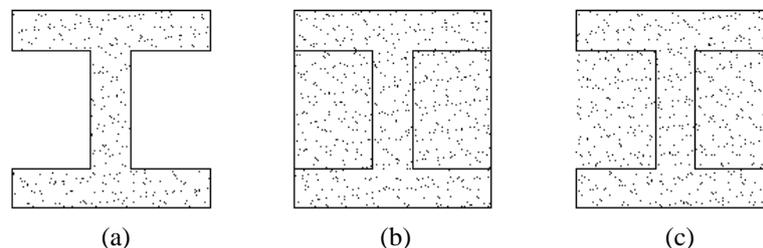
Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis fondasi yang lebih optimal untuk diterapkan pada tanah yang di analisis dengan menghitung perbandingan kapasitas tekan, kapasitas tarik, penurunan dan besar harga material hingga diperoleh selisih harga material dan persen penghematan yang dapat dilakukan terhadap penggunaan fondasi tiang pancang baja *H-Piles* dan fondasi tiang pancang beton persegi *prestressed* apabila kedua tiang dikondisikan berada pada tanah yang sama dan memiliki dimensi panjang dan lebar yang sama yaitu 400x400 mm dengan menggunakan perhitungan secara manual dan di cek menggunakan *software* komputer.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Coduto, Kitch dan Yeung (2016), fondasi dalam yang tertua adalah tiang pancang. Sardjono (1988) mengemukakan bahwa tiang pancang dipergunakan sebagai fondasi suatu bangunan apabila tanah dasar di bawah bangunan tersebut tidak mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang cukup untuk memikul berat bangunan dan bebannya, atau apabila tanah keras yang mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul beban ini letaknya sangat dalam.

Sebagai fondasi tiang, kebanyakan penampang tiang pancang baja berbentuk profil H. Karena terbuat dari baja, maka kekuatan tiang ini sendiri sangat besar sehingga dalam pemancangan tidak menimbulkan bahaya patah seperti pada tiang pancang beton *prestressed*. Menurut Salgado (2008), pada fondasi *H-Piles* perlu diperhitungkan adanya keadaan *plug* dan *unplugged* dimana *plug* adalah penyumbatan dengan tanah pada tiang. *H-Piles* yang dibebani secara statik dan berada di pasir tidak akan membentuk *plug* seperti pada gambar 1(a). Saat *H-Piles* di instalasikan pada tanah lempung yang lunak (*soft clay*), akan terbentuk *plug* diantara *flanges* saat *H-Piles* diberi beban static seperti pada gambar 1(b). Menurut Tomlinson (1987) pada Salgado (2008), *plug* tanah dengan panjang tertentu pada bagian atas tiang dapat retak dan terlepas dari tiang di tanah lempung keras (*stiff clay*). Ini akan menyebabkan tanah yang volumenya relatif longgar akan bertambah diantara *flanges* sehingga tanah ini tidak akan berkontribusi dalam tahanan selimut tiang. Tanah yang digunakan dalam analisis perhitungan fondasi pada karya ilmiah ini merupakan tanah lempung keras (*stiff clay*), oleh karena itu berdasarkan pertimbangan *plugged* dan *unplugged* diatas maka pada luasan penampang untuk perhitungan tahanan ujung dan tahanan selimut tiang fondasi dihitung seperti pada gambar 1(c).



Gambar 1. Luas Bidang Perhitungan Tahanan Ujung dan Selimut Tiang untuk *H-Piles*

Catatan: gambar 1(a) Pasir, (b) Lempung lunak dan (c) Lempung keras. Garis tebal menandakan luasan untuk perhitungan tahanan selimut; Arsiran menandakan luasan untuk perhitungan tahanan ujung

Untuk memperoleh kapasitas izin tiang fondasi, diperlukan faktor keamanan (SF) untuk mereduksi kapasitas tiang. Berdasarkan SNI Persyaratan Perancangan Geoteknik (2017), nilai faktor keamanan untuk kapasitas tekan izin fondasi besarnya minimum 3 untuk fondasi dangkal atau minimum 2.5 untuk fondasi dalam.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahapan yang dapat diuraikan sebagai berikut:

Tahapan pertama adalah melakukan pengumpulan data berupa data tanah (hasil tes boring log dan hasil uji laboratorium), data tiang (spesifikasi tiang yang tersedia di pasaran) dan buku referensi maupun jurnal yang terkait.

Tahapan kedua adalah melakukan analisis perhitungan kapasitas tekan, kapasitas tarik dan penurunan fondasi tiang pancang baja *H-Piles* dan fondasi tiang pancang beton persegi *prestressed* dengan perhitungan manual.

Tahapan ketiga adalah melakukan pengecekan hasil perhitungan manual dengan menggunakan *software* komputer.

Tahapan keempat adalah melakukan analisis terhadap hasil perhitungan kapasitas dan penurunan tiang.

Tahapan kelima adalah menghitung harga material yang dibutuhkan kedua jenis tiang dan menarik kesimpulan berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis dilakukan berdasarkan data tanah yang diperoleh dari salah satu perusahaan spesialis penyelidikan tanah dengan lapisan tanah seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Lapisan tanah

Ked. (m)	Deskripsi Tanah	Sym.	N-SPT	Ked. (m)	Deskripsi Tanah	Sym.	N-SPT
0				16			8
1	LANAU BERLEMPUNG Abu-abu, lembab, kekakuan sedang, plastisitas tinggi	MH	8	17	PASIR BERLEMPUNG Hitam, lembab, lepas, gradasi rendah	SP	7
2							
3							
4							
5				20			11
6	LANAU BERLEMPUNG Hitam, lembab, lunak, mengandung banyak material organik, plastisitas tinggi	MH	3	21	LANAU BERLEMPUNG Cokelat, lembab, kaku, plastisitas rendah	ML	9
7							
8							
9							
10				24			17
11	LEMPUNG Hitam, lembab, kekakuan sedang, mengandung banyak material organik dan pasir halus, plastisitas rendah	CL	7	25	LEMPUNG BERLANAU Abu-abu kekuningan, sangat kaku, plastisitas rendah	CL	20
12							
13							
14							
15			9	26			
				27			
				28			
				29			
				30			

Nilai parameter tanah yang digunakan diperoleh dari hasil uji laboratorium dan korelasi berdasarkan data yang dimiliki. Berikut merupakan tabel parameter yang digunakan.

Tabel 2. Parameter tanah

Ked. (m)	N-SPT	Ked. 8B (m)	Ked. 3B (m)	N 8B - 3B	γ_{sat} (kN/m ³)	γ (kN/m ³)	σ_v (kN/m ²)	σ'_v (kN/m ²)	S_u (kN/m ²) (kPa)	α	ϕ (°)	ϕ' (°)	δ (°)
0	8	0.00	0.00	8.00	16.50	16.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00
1	8	0.00	2.20	8.00	16.50	16.50	16.50	16.50	50.00	0.90	15.00	-	11.25
2	8	0.00	3.20	8.00	16.50	16.50	33.00	33.00	50.00	0.90	15.00	-	11.25
3	8	0.00	4.20	8.00	16.50	12.50	49.50	45.50	50.00	0.90	15.00	-	11.25
4	8	0.80	5.20	7.77	16.50	6.50	66.00	52.00	50.00	0.90	15.00	-	11.25
5	8	1.80	6.20	6.64	16.50	6.50	82.50	58.50	43.80	0.92	15.00	-	11.25
6	3	2.80	7.20	5.50	14.00	4.00	96.50	62.50	37.50	0.95	2.00	-	1.50
7	3	3.80	8.20	4.36	14.00	4.00	110.50	66.50	25.00	1.00	2.00	-	1.50
8	4	4.80	9.20	3.23	14.00	4.00	124.50	70.50	18.80	1.02	2.00	-	1.50
9	4	5.80	10.20	3.18	14.00	4.00	138.50	74.50	18.80	1.02	2.00	-	1.50
10	4	6.80	11.20	4.09	14.00	4.00	152.50	78.50	25.00	1.00	2.00	-	1.50
11	4	7.80	12.20	5.00	15.50	5.50	168.00	84.00	31.30	0.97	2.00	-	1.50
12	7	8.80	13.20	5.91	15.50	5.50	183.50	89.50	37.50	0.95	2.00	-	1.50
13	7	9.80	14.20	6.82	15.50	5.50	199.00	95.00	43.80	0.92	2.00	-	1.50
14	9	10.80	15.20	7.05	15.50	5.50	214.50	100.50	43.80	0.92	2.00	-	1.50
15	9	11.80	16.20	7.27	15.50	5.50	230.00	106.00	43.80	0.92	2.00	-	1.50
16	8	12.80	17.20	7.50	17.00	7.00	247.00	113.00	-	-	33.00	32.33	24.75
17	8	13.80	18.20	7.73	17.00	7.00	264.00	120.00	-	-	33.00	32.33	24.75
18	8	14.80	19.20	7.95	17.00	7.00	281.00	127.00	-	-	33.00	32.33	24.75
19	8	15.80	20.20	8.18	17.00	7.00	298.00	134.00	-	-	33.00	32.33	24.75

Lanjutan tabel 2.

Ked. (m)	N- SPT	Ked. 8B (m)	Ked. 3B (m)	N 8B - 3B	γ_{sat} (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	σ_v (kN/m ²)	σ'_v (kN/m ²)	S_u (kN/m ²) (kPa)	α	ϕ (^o)	ϕ' (^o)	δ (^o)
20	11	16.80	21.20	9.09	17.00	7.00	315.00	141.00	-	-	33.00	33.17	24.75
21	11	17.80	22.20	10.00	17.00	7.00	332.00	148.00	34.50	0.96	17.00	-	12.75
22	9	18.80	23.20	10.91	17.00	7.00	349.00	155.00	37.90	0.95	17.00	-	12.75
23	9	19.80	24.20	11.82	17.00	7.00	366.00	162.00	41.40	0.93	17.00	-	12.75
24	17	20.80	25.20	12.36	17.00	7.00	383.00	169.00	41.40	0.93	17.00	-	12.75
25	17	21.80	26.20	14.18	17.00	7.00	400.00	176.00	48.30	0.91	17.00	-	12.75
26	20	22.80	27.20	16.00	17.00	7.00	417.00	183.00	106.70	0.72	17.00	-	12.75
27	20	23.80	28.20	17.82	17.00	7.00	434.00	190.00	120.00	0.69	17.00	-	12.75
28	20	24.80	29.20	19.64	17.00	7.00	451.00	197.00	133.30	0.66	17.00	-	12.75
29	20	25.80	30.20	20.00	17.00	7.00	468.00	204.00	133.30	0.66	17.00	-	12.75
30	20	26.80	31.20	20.00	17.00	7.00	485.00	211.00	133.30	0.66	17.00	-	12.75

Keterangan: '-' = not applicable

Analisis kapasitas tiang yang dilakukan menggunakan metode sebagai berikut; kapasitas tekan fondasi tiang menggunakan metode Bowles (1997), analisis kapasitas tarik fondasi tiang menggunakan metode Coyle dan Castello (1981) dan analisis penurunan tiang menggunakan metode semi empiris. Faktor keamanan (SF) yang digunakan adalah 3 untuk kapasitas ujung tiang dan sebesar 5 untuk kapasitas selimut tiang.

Kapasitas tekan

Kapasitas tekan izin fondasi tiang dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q_{all} = \frac{Q_p}{SF} + \frac{Q_s}{SF} - W_p \quad (1)$$

Dengan Q_{all} = kapasitas tekan izin tiang, Q_p = kapasitas tekan ujung tiang, Q_s = kapasitas gesek selimut tiang, SF = faktor keamanan (diambil 3 untuk kapasitas ujung dan 5 untuk kapasitas selimut), W_p = berat tiang tertanam.

Kapasitas tekan ujung tiang dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q_p = A_p (40 \cdot N) \frac{L_B}{B} \leq A_p (380 \cdot N) \quad (2)$$

Dengan A_p = luas penampang ujung tiang, N = nilai N-SPT rata-rata pada daerah 8B hingga 3B dari ujung fondasi, L_B = panjang tiang tertanam, B = lebar atau diameter tiang.

Kapasitas geser selimut tiang dapat dihitung dengan persamaan:

$$\sum_1^n A_s \cdot f_s \quad (3)$$

Dengan A_s = luas efektif permukaan selimut tiang yaitu keliling x ΔL , f_s = tahanan selimut.

Kapasitas tarik

Kapasitas tarik fondasi tiang dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$T_{all} = \frac{Q_s}{5} + 0.9 \cdot W_p \quad (4)$$

Penurunan tiang

Penurunan fondasi tiang dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$S_e = S_s + S_p + S_{ps} \quad (5)$$

Dengan S_e = penurunan elastis total fondasi tiang tunggal, S_s = penurunan akibat deformasi aksial tiang tunggal, S_p = penurunan dari ujung tiang, S_{ps} = penurunan tiang akibat beban yang dialihkan sepanjang tiang.

Penurunan akibat deformasi aksial tiang tunggal dapat dihitung dengan persamaan:

$$S_s = \frac{(Q_p + \alpha \cdot Q_s) \cdot L}{A_p \cdot E_p} \quad (6)$$

Dengan α = koefisien yang bergantung pada distribusi gesekan selimut sepanjang fondasi tiang, E_p = modulus elastisitas tiang.

Penurunan dari ujung tiang dapat dihitung dengan persamaan:

$$S_p = \frac{C_p \cdot Q_p}{D \cdot q_p} \quad (7)$$

Dengan C_p = koefisien empiris, q_p = tahanan ujung tiang.

Penurunan akibat deformasi aksial tiang tunggal dapat dihitung dengan persamaan:

$$S_{ps} = \left(\frac{Q_{ws}}{p \cdot L} \right) \cdot \frac{D}{E_s} \cdot (1 - \nu_s^2) \cdot I_{ws} \quad (8)$$

Dengan p = keliling tiang, ν_s = angka Poisson tanah, I_{ws} = faktor pengaruh, $\frac{Q_{ws}}{p \cdot L}$ = gesekan rata-rata sepanjang tiang.

5. HASIL ANALISIS

Berdasarkan analisis secara manual yang dilakukan, diperoleh kapasitas tekan izin dan kapasitas tarik izin fondasi tiang pancang baja *H-Piles* dan fondasi tiang pancang beton persegi *prestressed* seperti pada tabel 1. Pada gambar 2 dapat dilihat bahwa berdasarkan hasil analisis, pada kedalaman 30 meter kapasitas tekan izin fondasi tiang pancang beton persegi *prestressed* memiliki nilai 695.77 kN yang hampir sama dengan kapasitas tekan izin fondasi tiang pancang baja *H-Piles* pada kedalaman 26 meter sebesar 704.58 kN. Sedangkan pada gambar 3 dapat dilihat bahwa berdasarkan hasil analisis, pada kedalaman 30 meter kapasitas tarik izin fondasi tiang pancang beton persegi *prestressed* 509.32 kN memiliki nilai yang hampir sama dengan kapasitas tarik izin fondasi tiang pancang baja *H-Piles* pada kedalaman 27 meter sebesar 506.26 kN. Berdasarkan pertimbangan tersebut, dilakukan pemodelan analisis kapasitas tekan izin dan kapasitas tarik izin fondasi tiang pada kedalaman 26 meter dan 30 meter dengan menggunakan *software* komputer.

Tabel 1. Hasil analisis kapasitas tekan izin dan kapasitas tarik izin fondasi tiang dengan perhitungan secara manual

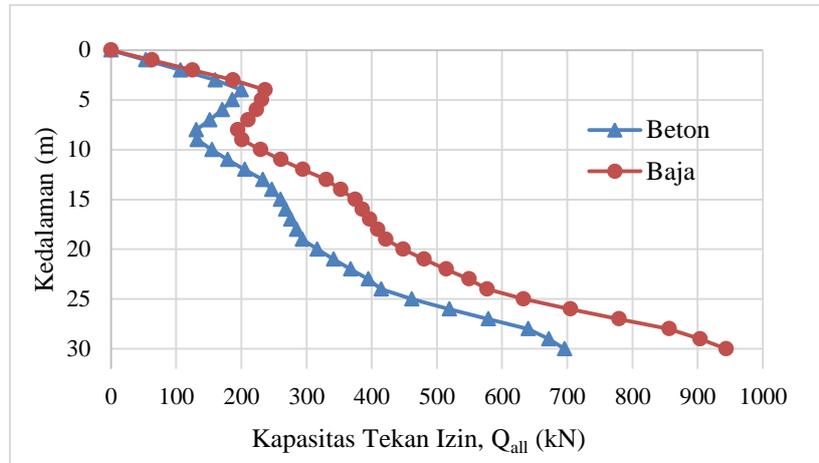
Ked. (m)	Q _{all}		T _{all}		Ked. (m)	Q _{all}		T _{all}	
	Beton (kN)	<i>H-Piles</i> (kN)	Beton (kN)	<i>H-Piles</i> (kN)		Beton (kN)	<i>H-Piles</i> (kN)	Beton (kN)	<i>H-Piles</i> (kN)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	16	267.82	385.33	232.56	285.62
1	53.23	62.31	17.86	22.91	17	275.94	396.83	243.37	295.78
2	106.45	124.63	35.71	45.83	18	284.48	408.83	254.60	306.44
3	159.68	186.94	53.57	68.74	19	293.46	421.33	266.26	317.60
4	199.77	236.11	71.42	91.66	20	316.42	447.85	278.10	328.97
5	185.86	230.59	87.84	112.44	21	341.63	480.31	292.18	346.27
6	170.39	222.76	102.70	130.90	22	367.71	514.08	307.14	364.89
7	151.52	209.88	114.15	144.32	23	394.68	549.16	322.97	384.80
8	130.81	194.28	123.78	155.01	24	414.27	576.86	338.81	404.72
9	132.22	200.78	133.40	165.71	25	461.30	632.78	356.28	427.06
10	154.80	229.36	144.85	179.13	26	519.02	704.58	384.45	465.29
11	179.15	260.55	158.07	195.16	27	578.60	779.14	414.48	506.26
12	205.13	294.16	172.93	213.62	28	639.77	856.05	446.09	549.59
13	232.68	330.10	189.35	234.40	29	671.45	903.47	477.70	592.91
14	246.41	352.22	205.76	255.18	30	695.77	943.53	509.32	636.24
15	260.14	374.34	222.18	275.96					

Berikut merupakan hasil analisis kapasitas izin tiang dengan *software* komputer.

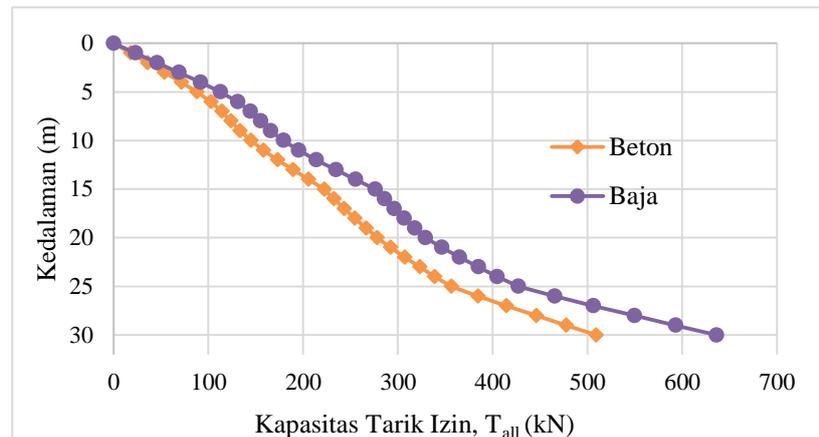
Tabel 2. Hasil analisis kapasitas tiang secara manual dan dengan *software* komputer

Kedalaman (m)	Jenis Tiang	Kapasitas (kN)	
		Tekan	Tarik
26	Baja <i>H-Piles</i>	757.81	435.29
	Beton Persegi	499.80	335.16
30	Baja <i>H-Piles</i>	969.95	435.29
	Beton Persegi	581.67	424.98

Analisis perhitungan kapasitas tiang secara manual dijadikan sebagai acuan dalam penelitian. Gambar 2 dan gambar 3 merupakan grafik kapasitas tekan izin dan kapasitas tarik izin dengan perhitungan manual.



Gambar 2. Grafik kapasitas tekan izin tiang fondasi



Gambar 3. Grafik perbandingan kapasitas tarik izin fondasi tiang

Berdasarkan tabel 1 dapat dihitung persen perbedaan kapasitas tekan izin dan kapasitas tarik izin tiang pada kedalaman 26 meter dan 30 meter seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Perbedaan kapasitas tekan izin dan kapasitas tarik izin fondasi tiang

Kedalaman (m)	Kapasitas Tiang	Baja <i>H-Piles</i> (kN)	Beton Persegi (kN)	Perbedaan (%)
26	Tekan	704.58	519.02	26.34
	Tarik	465.29	384.45	17.37
30	Tekan	943.53	695.77	26.26
	Tarik	636.24	509.32	19.95

Besar penurunan fondasi tiang pancang baja *H-Piles* pada kedalaman 26 meter dan fondasi tiang pancang beton persegi *prestressed* pada kedalaman 30 meter dengan analisis secara manual memiliki hasil seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan hasil analisis penurunan fondasi tiang

Jenis Tiang	Kedalaman (m)	Penurunan (cm)	Perbedaan (cm)
Baja <i>H-Piles</i>	26	1.07	1.13
Beton Persegi	30	2.20	

Dengan meninjau kapasitas tekan izin fondasi tiang berdasarkan hasil analisis, berikut gambaran perbandingan harga material tiang apabila fondasi tiang pancang baja *H-Piles* digunakan sepanjang 26 meter dan fondasi tiang pancang beton persegi *prestressed* digunakan sepanjang 30 meter.

Tabel 5. Selisih harga material tiang per meter

Uraian	Biaya	
	Beton Persegi	Baja <i>H-Piles</i>
Harga tiang per meter	Rp. 1.350.000,-	Rp. 1.530.800,-
Pelapisan anti karat per meter	-	Rp. 104.000,-
Total biaya	Rp. 1.350.000,-	Rp. 1.634.800,-
Selisih harga	Rp. 284.000,- yaitu sebesar 17.42%	

Tabel 6. Selisih total harga material tiang

Jenis Tiang	Harga per meter	Panjang Tiang	Harga per tiang
Baja <i>H-Piles</i>	Rp. 1.634.800,-	26 meter	Rp. 42.504.800,-
Beton Persegi	Rp. 1.350.000	30 meter	Rp. 40.500.000,-
		Selisih	Rp. 2.004.800,-
		Selisih	4.71%

Catatan: Harga material tiang dan pelapisan fondasi tiang pancang baja *H-Piles* diambil dari Daftar Harga Satuan Material/Bahan Provinsi DKI Jakarta 2017 dan harga material fondasi tiang pancang beton persegi *prestressed* diperoleh dari salah satu *supplier* tiang pancang.

6. KESIMPULAN

Dari analisis perhitungan kapasitas tekan, kapasitas tarik dan penurunan fondasi tiang pancang baja *H-Piles* dan fondasi tiang pancang beton persegi *prestressed* yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari segi kapasitas, berdasarkan tabel 3 diperoleh kesimpulan bahwa pada kedalaman yang sama, fondasi tiang pancang baja *H-Piles* memiliki kapasitas tekan izin yang lebih besar 26.34% dan 26.26% serta kapasitas tarik izin yang lebih besar 17.37% dan 19.95% dibandingkan dengan kapasitas fondasi tiang pancang beton persegi *prestressed*.
2. Berdasarkan tabel 1, diperoleh kesimpulan bahwa kapasitas tekan izin fondasi tiang pancang beton persegi *prestressed* pada kedalaman 30 meter sebesar 695.77 kN memiliki nilai yang hampir sama dengan kapasitas tekan izin fondasi tiang pancang baja *H-Piles* pada kedalaman 26 meter sebesar 704.58 kN.
3. Berdasarkan tabel 1, diperoleh kesimpulan bahwa kapasitas tarik izin fondasi tiang pancang beton persegi *prestressed* pada kedalaman 30 meter sebesar 509.32 kN memiliki nilai yang hampir sama dengan kapasitas tarik izin fondasi tiang pancang baja *H-Piles* pada kedalaman 27 meter sebesar 506.26 kN.
4. Dari segi penurunan, berdasarkan tabel 4 diperoleh kesimpulan bahwa pada kedalaman 26 meter penurunan fondasi tiang pancang baja *H-Piles* sebesar 1.07 cm memiliki nilai yang lebih kecil 1.13 cm dibandingkan dengan penurunan fondasi tiang pancang beton *prestressed* pada kedalaman 30 meter sebesar 2.20 cm.
5. Dari segi biaya, berdasarkan tabel 6 harga material fondasi tiang pancang baja *H-Piles* memiliki biaya yang lebih besar sebanyak Rp. 2.004.800,- atau 4.71% dibandingkan dengan harga material fondasi tiang pancang beton persegi *prestressed*.
6. Perbedaan biaya material dapat menjadi salah satu alasan tiang pancang beton persegi *prestressed* lebih banyak digemari dibandingkan dengan tiang pancang baja *H-Piles* di Indonesia. Di Amerika Serikat fondasi tiang baja cenderung lebih diminati karena harganya yang lebih terjangkau dan kekuatannya yang lebih tinggi. Salah satu faktor yang mempengaruhi harga material adalah ketersediaan sumber daya alam (SDA) dan sumber daya manusia (SDM). Salah satu penyebab Amerika Serikat cenderung lebih mudah memperoleh baja daripada beton adalah karena ketersediaan sumber daya alam untuk bajanya yang mendukung. Dari sisi sumber daya manusia, produksi baja cenderung menggunakan mesin dengan lebih sedikit tenaga kerja manusia dibandingkan dengan pembuatan beton sehingga dengan upah pekerja yang terus menerus naik, tidak menutup kemungkinan bahwa biaya produksi baja akan lebih murah dibandingkan biaya produksi beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2017). *Standar Nasional Indonesia 8460:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Bowles, J.E. (1997). *Foundation Analysis and Design (Fifth Edition)*. McGraw-Hill Companies Inc, Singapore.
- Bowles, J.E. (1997). *Analisis dan Desain Pondasi (Edisi Keempat Jilid 1)*. Erlangga, Jakarta.
- Coduto, D. P., Kitch, W. A., dan Yeung, M. R. (2016). *Foundation Design: Principles and Practices (Third Edition)*. Pearson, California.
- Deep Foundation Research Institute. (2013). *Manual Pondasi Tiang Edisi 4*. Geotechnical Engineering Center, Bandung.
- Pandu Bangun Persada Nusantara. (2017). “Daftar Harga Satuan Material/Bahan Provinsi DKI Jakarta”. Harga Satuan Bahan Bangunan Konstruksi dan Interior, Edisi 36 Tahun XXIII, 250.
- Salgado, R. (2008). *The Engineering of Foundations*. McGraw-Hill, New York.
- Sardjono, H.S. (1988). *Pondasi Tiang Pancang Jilid 1*. Sinar Wijaya, Surabaya.