

# KAJIAN NILAI BANDING DAYA DUKUNG TIANG PANCANG DARI DATA UJI CPT, SPT, PDA, LOG BOR DAN PILE DRIVING FORMULA DI LAHAN GAMBUT PEKANBARU

Muhammad Shalahuddin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau*  
[mhdshalahuddin@gmail.com](mailto:mhdshalahuddin@gmail.com)

## ABSTRAK

Perencanaan dan pelaksanaan suatu pondasi tiang pancang pada lahan gambut untuk bangunan dengan beban yang lebih besar memerlukan data tanah seperti data CPT, SPT, PDA, Log bor dan Pile driving formula atau data yang lainnya. Data-data ini dengan formulanya menghasilkan nilai daya dukung yang berbeda-beda, maka diperlukan evaluasi untuk membandingkan nilai daya dukung ijin ( $Q_{all}$ ) yang dihasilkan. Membandingkan nilai daya dukung ijin tiang pancang ( $Q_{all}$ ), dari data daya dukung ujung tiang ( $Q_p$ ) dan daya dukung gesekan kulit tiang ( $Q_s$ ) pada lokasi pengujian Pasar Cik Puan Pekanbaru. Daya dukung ijin rata-rata dari uji CPT 36,27 ton, dari uji SPT 33, 29 ton, dari uji PDA 33,15 ton, dari uji log bor 46,3 ton dan dari uji pile driving formula dengan data kalendring 46,5 ton. Hal ini menunjukkan bahwa nilai daya dukung ijin rata-rata dari uji CPT, SPT, PDA, log bor dan pile driving formula variatif dan tidak dapat menjadi data cross-check. Nilai daya dukung ijin tiang pancang dapat di-cross check dari data CPT, SPT dan PDA atau dari data Kalendring dan Log Bor karena perbedaan nilai daya dukung ijinnya tidak signifikan.

**Kata kunci:** CPT, SPT, PDA, Log bor, Pile driving formula, Daya Dukung, Tiang Pancang.

## 1. PENDAHULUAN

Beberapa kondisi yang membutuhkan tiang pancang adalah tanah yang mempunyai kompressibilitas tinggi dan lemah seperti lahan gambut untuk mendukung beban yang disalurkan dari *superstructure*. Tiang Pancang menahan beban horizontal, bending momen dan gaya vertikal dari beban *superstructure*, pada bangunan tinggi, *tower*, *offshore platform*, *basement mat* yang berada di bawah muka air tanah dan abutmen/pilar jembatan.

Peningkatan kuat geser tanah yang terjadi pada *interface* antara tiang dan tanah dapat disebabkan pula oleh *aging*. Sebagai gambaran untuk tiang pancang beton dari hasil penelitian Axellsson (2002), sebanyak 75% tiang uji, diakibatkan oleh masalah *aging* yang terjadi hingga 7 bulan setelah tiang dipancang.

Soderberg (1962) berdasarkan data jumlah pukulan hammer pada waktu tertentu di tanah lempung menunjukkan peningkatan daya dukung yang signifikan terhadap waktu. Terzaghi & Peck (1967) kemudian melakukan penelitian besarnya friksi tiang pancang pada tanah lempung. Tanah lempung tersebut memiliki batas plastis ( $P_L$ ) sebesar 20 – 22% dan batas cair (LL) antara 37 – 45 %. Terjadi peningkatan friksi yang signifikan sebesar tiga kali lipat pada hari ke-25 setelah dilakukan pemancangan tiang.

Alat pemancangan tiang pancang *pile driver* seperti Gambar 1 dan hasil uji PDA serta alat uji PDA seperti Gambar 2.

Untuk perencanaan tiang pancang, seringkali diperlukan data uji CPT, SPT, PDA, Log Bor dan Pile Driving formula sebagai *cross check* perhitungan daya dukung ijin pada tiang pancang. Masing-masing uji CPT, SPT, PDA, Log Bor dan Pile Driving Formula memerlukan biaya yang besar. Yang melatarbelakangi penelitian ini adalah, apakah pengujian-pengujian ini seluruhnya diperlukan untuk perencanaan daya dukung tiang pancang ataukah sebahagiannya saja.



Gambar 1. Pemancangan Tiang Pancang



Gambar 2. Hasil uji PDA, alat uji PDA Pack , Transducers dan Accelerometer

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar kedekatan nilai daya dukung ijin tiang pancang dari data uji *CPT, SPT, PDA, Log Bor dan Pile Driving Formula* pada tanah gambut.

Jenis tiang pancang menurut karakteristik strukturnya adalah tiang pancang baja, tiang pancang beton, tiang pancang kayu atau bambu dan tiang pancang komposit. Tiang pancang baja yang biasa dipergunakan adalah jenis *pipe piles, H-piles* atau *I-piles*, biasanya disambung dengan *welding* atau *riveting*. Tiang pancang baja yang dibenamkan di lokasi rawa, gambut, tanah organik yang korosif dan tanah yang mempunyai  $PH > 7$  harus ditambah ketebalannya dari ketebalan perencanaan atau diberi lapisan *epoxy-coating* atau lapisan beton.

Tiang pancang beton terdiri dari *precast-pile* yang dicetak di pabrik dan *cast-insitu pile* yang dicetak di lapangan atau *bor pile* (*Bor pile* jenis *cased* atau *uncased*). Beberapa jenis *bor pile* adalah: *Franki uncased pedestal, western uncased without pedestal, franki cased pedestal, western case, monotube or union metal* dan *raymont step-taper*.

Tiang pancang kayu atau bambu biasanya dipergunakan untuk bangunan sementara (*temporary structure*) atau bangunan dengan beban yang kecil. Tiang pancang komposit biasanya terdiri dari gabungan baja profil dan beton yang memikul beban horizontal, momen dan vertikal yang besar.

Ada 3 kategori yang mempengaruhi panjang dan mekanisme transfer beban ke tanah, yaitu: daya dukung ujung tiang (*point bearing pile*), tahanan kulit tiang (*friction pile*) dan *compacting pile*. Pada kondisi tertentu tiang pancang dibenamkan di tanah granular yang berada pada *ground surface*, hal inilah yang disebut *compacting pile*. Panjang *compacting pile* dipengaruhi oleh nilai *relative density* tanah sebelum pemadatan, tanah setelah pemadatan dan kebutuhan tebal kepadatan. Tiang pancang jenis *compacting pile* biasanya pendek.

Persamaan umum untuk estimasi daya dukung adalah  $Q_{all} = \frac{Q_u}{FS}$  (1)

1). Data SPT,

$$Q_u = Q_p + Q_s \quad (2)$$

$$Q_p = q_p A_p \quad (3)$$

$$q_p \text{ (KN/m}^2\text{)} = 40 N_{\text{corr}} L / D \leq 400 N_{\text{corr}} \quad (4)$$

$$Q_s = \sum p \Delta L f \quad (5)$$

$N_{\text{corr}}$  = rata – rata nilai SPT di ujung tiang (antara 10 D di atas dan 4 D di bawah ujung tiang), L= panjang tiang yang terbenam, D = diameter tiang pancang dan  $A_p$  = luas penampang tiang pancang, f (KN/m<sup>2</sup>) = 2N untuk *driven high - displcement pile* dengan tiang pancang beton dengan ujung tertutup (closed-ended pipe pile concrete) dan f (KN/m<sup>2</sup>) = N untuk *driven low-displcement pile* dengan tiang pancang baja profile H atau I.

2). Data log bor,

$$Q_u = Q_p + Q_s \quad (6)$$

$$Q_p = q_p A_p \quad (7)$$

Pada jenis tanah lempung jenuh  $\phi = 0$ ,

$$Q_p = N_c C_u A_p = 9 C_u A_p \quad (8)$$

$N_c, N_q$  = faktor daya dukung tanah,  $\phi$  = sudut geser tanah.

Metoda Janbu untuk tanah dengan  $C > 0$  dan  $\phi > 0$

$$Q_p = A_p (C_u N_c + q' N_q) \quad (9)$$

$$N_c = (N_q - 1) \text{Cot } \phi \quad (10)$$

$$N_q = \left( \tan \phi + \sqrt{1 + \tan^2 \phi} \right)^2 \cdot e^{2\mu' \tan \phi} \quad (11)$$

$$q' = \gamma_s' h \quad (12)$$

Pada tanah jenis pasir  $C = 0$ . Nilai faktor daya dukung  $N_q', N_c'$  dan  $N\gamma'$  tergantung nilai sudut geser tanah  $\phi$  seperti Gambar 3.

$$Q_p = A_p q' N_q \leq A_p \cdot q_1 \quad (13)$$

$$q_1 = 50 N_q \tan \phi \quad (14)$$

$$Q_s = \sum p \Delta L f_s \quad (15)$$

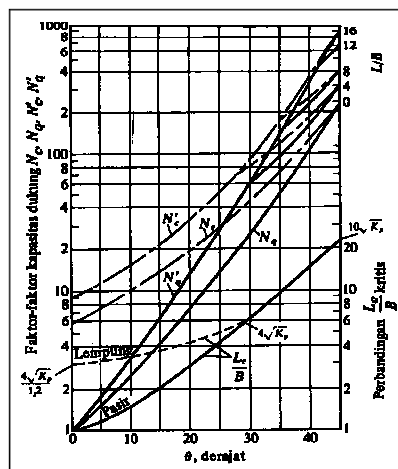
Pada tanah jenis pasir  $C = 0$ ,

$$f_s = K \sigma_v' \tan \delta \quad (16)$$

$$K = 1 - \sin \phi \quad (17)$$

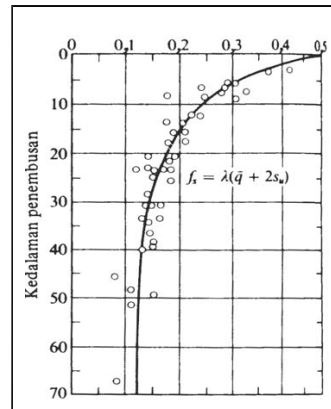
Pada tanah jenis lempung

$$f_s = \lambda (\sigma_v' + 2 C_u) \quad (18)$$



Gambar 3. Nilai faktor daya dukung  $N_q, N_c$  dan  $N\gamma$  pengaruh sudut geser tanah  $\phi$

Nilai  $\lambda$  dipengaruhi oleh kedalaman penembusan seperti pada Gambar 4.

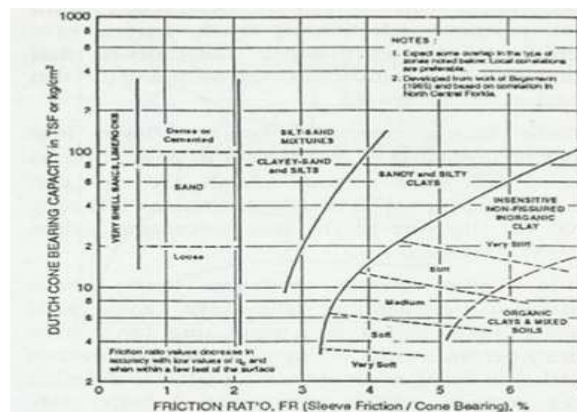


Gambar 4. Nilai  $\lambda$  dipengaruhi oleh kedalaman penembusan

3). Data CPT, 
$$Q_u = \frac{q_c \cdot A}{3} + \frac{f_s \cdot P \cdot L}{5} \quad (19)$$

dengan  $q_c$  = daya dukung ujung,  $A$  = luas tiang,  $f_s$  = daya dukung friksi kulit,  $P$  = keliling tiang dan  $L$  = panjang tiang.

Klasifikasi tanah dari hasil uji sondir data *friction ratio* dan TSF seperti Gambar 5.



Gambar 5. Klasifikasi tanah berdasarkan hasil uji sondir (Braja M. Das, 1997).

4). Data pile driving formula, 
$$Q_u = \frac{E \cdot W_R \cdot h}{S + C} \cdot \frac{W_R + n^2 \cdot W_p}{W_R + W_p} \quad (20)$$

dengan  $E$  = efisiensi,  $W_R$  = berat tiang,  $h$  = tinggi jatuh *hammer*,  $S$  = kelendering,  $C$  = konstanta,  $n$  = koefisien restitusi dan  $W_p$  berat tiang pancang.

5). Data PDA, 
$$Q_u = Q_p + Q_s \quad (21)$$

$Q_p = R_b$  dan  $Q_s = R_s$  dari data uji PDA.

Data hasil uji merupakan data analisa dinamis terhadap rekaman pengujian lapangan dengan *software CAPWAP (case pile wave analysis program)*. CAPWAP adalah program aplikasi analisa numerik yang memasukkan data gaya (*force*) dan kecepatan (*velocity*) yang diukur oleh PDA. Kegunaan program ini adalah untuk memperkirakan distribusi dan besarnya gaya perlawanan tanah total sepanjang tiang berdasarkan model sistem tiang-tanah yang dibuat dan memisahkannya menjadi bagian perlawanan dinamis dan bagian statis.

Program ini menggunakan model matematis sistem dengan menggunakan elemen hingga massa dan pegas seperti pada analisa pada persamaan gelombang (*wave equation*), dengan tanah dikondisikan dalam keadaan pasif, jadi hanya pergerakan fungsi tiang saja. Sehingga parameter yang perlu diketahui  $R_u$  (tahanan batas), perpindahan elastis dari tahanan tanah statis (*quake*), serta faktor redaman tanah  $J_c$  diperoleh.

Analisa CAPWAP ini dikerjakan dengan cara mencocokkan kurva *force* dan *velocity* simulasi yang karakteristiknya diketahui dengan kurva hasil rekaman PDA secara iterasi (*trial and error*). Bilamana belum mendapatkan suatu kecocokan dapat diiterasi lagi dengan mengubah parameter tanahnya. Bila sudah cocok, artinya model tanah yang dicari sudah sesuai maka perlawanan tanah  $R_u$  dapat dipisah menjadi bagian dinamis dan statis sehingga karakteristik bagian statisnya dapat didefinisikan.

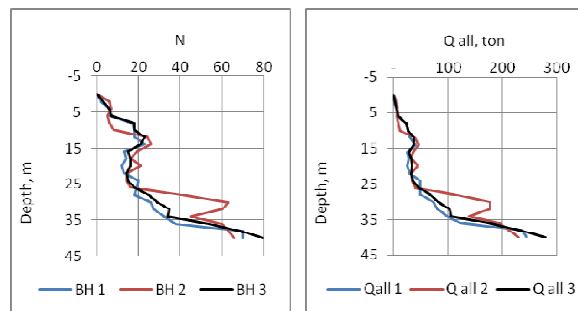
## 2. METODOLOGI

Bahannya adalah data tiang pancang beton ukuran 25 cm x 25 cm dengan kedalaman pemancangan yang dibandingkan dengan 12 m dan faktor keamanan 3 pada lokasi pembangunan Pasar Cik Puan Pekanbaru.

Metoda yang dilakukan dengan membandingkan daya dukung ijin tiang pancang ( $Q_{all}$ ) dari data CPT pada 3 titik pengujian, data *SPT*, data *log bor*, data *pile driving formula* dan data *PDA*.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya dukung ijin tiang pancang dari data SPT pada 3 titik seperti Gambar 6 dan Tabel 1.



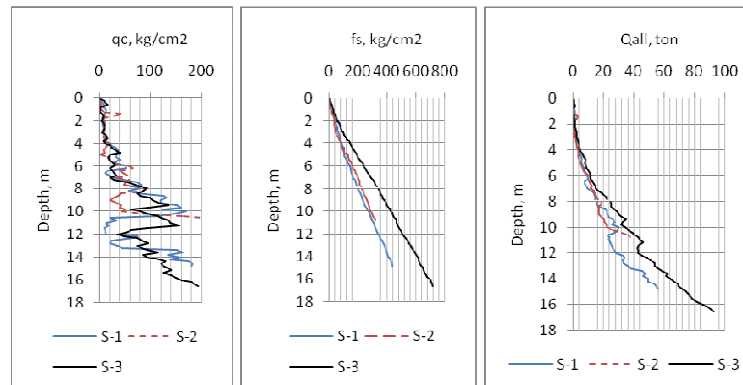
Gambar 6. Grafik N dan daya dukung dari data SPT.

Tabel 1. Data N daya dukung ujung tiang

Depth m	N <sub>value</sub>			Q <sub>all</sub> , ton		
	BH 1	BH 2	BH 3	BH 1	BH 2	BH 3
0	0	0	0			
2	2	6	3	1,93	5,80	2,90
4	6	7	6	6,60	7,70	6,60
6	6	5	7	7,40	6,17	8,63
8	17	6	18	23,23	8,20	24,60
10	18	8	18	27,00	12,00	27,00
12	18	24	23	29,40	39,20	37,57
14	23	26	21	40,63	45,93	37,10
16	13	19	15	24,70	36,10	28,50
18	14	16	16	28,47	32,53	32,53
20	12	21	16	26,00	45,50	34,67
22	13	14	14	29,90	32,20	32,20
24	20	14	15	48,67	34,07	36,50
26	19	16	18	48,77	41,07	46,20
28	18	41	25	48,60	110,70	67,50
30	26	63	29	73,67	178,50	82,17
32	27	60	35	80,10	178,00	103,83
34	32	45	34	99,20	139,50	105,40
36	38	60	54	122,87	194,00	174,60
38	70	63	69	235,67	212,10	232,30
40	70	66	80	245,00	231,00	280,00

Dari Gambar 6 dan Tabel 2 terlihat bahwa pada kedalaman 12 m daya dukung ujung tiang pancang dari data SPT adalah 29,40 ton; 32,90 ton dan 37,57 ton dengan rata-rata 33,29 ton. Data uji SPT menghasilkan nilai N yang tidak terhalangi oleh butir batuan dan kayuan tetapi daya *impact* dinamis pada saat uji lapangan tidak sesuai dengan realisasi pembebanan pada tiang pancang.

Daya dukung tiang pancang dari data CPT pada 3 titik seperti Gambar 7 dan Tabel 2.



Gambar 7. Grafik qc, fs dan daya dukung ijin tiang pancang dari data CPT.

Tabel 2. Data qc, fs dan daya dukung tiang pancang dari data CPT.

Depth m	qc, kg/cm <sup>2</sup>			fs, kg/cm <sup>2</sup>			Qall, ton		
	S-1	S-2	S-3	S-1	S-2	S-3	S-1	S-2	S-3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,2	0	2	10	0	1,8	7,2	0,00	0,14	0,70
0,4	6	2	10	3,6	3,6	14,4	0,43	0,15	0,73
0,8	8	2	3	10,8	9	25,2	0,61	0,19	0,34
1	14	6	3	16,2	12,6	28,8	1,08	0,50	0,40
1,2	14	10	2	27	16,2	32,4	1,19	0,82	0,40
1,4	10	42	5	30,6	21,6	37,8	0,98	3,12	0,70
1,8	7	7	7	39,6	34,2	54	0,96	0,90	1,13
2	10	8	6	46,8	37,8	61,2	1,32	1,06	1,23
2,2	8	12	7	50,4	38	68,4	1,29	1,39	1,49
2,6	9	10	12	57,6	40	84,6	1,62	1,39	2,30
2,8	10	8	8	61,2	41,4	90	1,84	1,33	2,24
3	8	8	6	64,8	48,6	97,2	1,85	1,53	2,36
3,2	8	10	12	68,4	55,8	104,4	2,01	1,88	3,06
3,4	15	8	15	73,8	63	115,2	2,71	1,98	3,65
3,6	11	12	17	79,2	70,2	124,2	2,66	2,52	4,16
3,8	8	14	8	82,8	75,6	136,8	2,65	2,89	4,02
4	24	18	12	90	81	145,8	4,07	3,41	4,72
4,2	22	16	21	95,4	86,4	156,6	4,20	3,53	5,84
4,4	32	12	24	102,6	91,8	163,8	5,23	3,53	6,47
4,6	38	8	32	103	99	171	5,80	3,59	7,47
4,8	36	10	40	104	106,2	181,8	5,83	4,09	8,60
5	32	2	21	106,2	131,4	192,6	5,76	4,52	7,88
5,2	34	16	18	111,6	135	203,4	6,23	5,79	8,30
5,4	40	20	20	118,8	140,4	212,4	7,05	6,44	9,04
5,6	30	26	24	127,8	147,5	223,2	6,85	7,31	10,00
5,8	36	32	30	135	154,8	232,2	7,72	8,21	11,06
6	52	56	31	142,2	162	241,2	9,30	10,37	11,80
6,2	53	66	21	147,6	169,2	250,2	9,78	11,58	11,80
6,4	16	41	26	151,2	176,4	259,2	7,56	10,37	12,86
6,6	12	47	30	156,6	185,4	270	7,72	11,42	13,96
6,8	20	56	34	162	192,6	280,8	8,73	12,62	15,09
7	24	35	21	169,2	199,8	291,6	9,56	11,75	15,07
7,2	48	58	29	176,4	205,2	302,4	11,80	13,88	16,53
7,4	76	52	56	181,8	210,6	311,4	14,25	14,00	19,25
7,6	82	48	71	187,2	214,2	320,4	15,18	14,19	21,16
7,8	62	71	78	194,4	221,4	331,2	14,41	16,44	22,64
8	81	94	91	201,6	228,6	340,2	16,38	18,72	24,46
8,2	58	86	86	208,8	235,8	347,4	15,44	18,86	24,96
8,4	76	42	76	216	243	356,4	17,37	16,52	25,24
8,6	126	37	81	223,2	248,4	363,6	21,55	16,81	26,47

Tabel 2. Lanjutan

Depth m	qc. kg/cm <sup>2</sup>			fs. kg/cm <sup>2</sup>			Qall. ton		
	S-1	S-2	S-3	S-1	S-2	S-3	S-1	S-2	S-3
8,8	131	30	100	230,4	255,6	372,6	22,61	17,08	28,80
9	120	21	105	237,6	261	381,6	22,59	17,12	30,19
9,2	120	34	115	243	266,4	392,4	23,24	18,70	32,05
9,4	152	44	136	248,4	273,6	401,4	26,12	20,20	34,60
9,6	160	40	94	255,6	279	410,4	27,47	20,63	32,79
9,8	124	52	62	262,8	282,6	419,4	25,78	22,07	31,71
10	170	43	81	271,8	288	428,4	29,93	22,19	34,19
10,2	148	85	94	279	295,2	437,4	29,25	25,98	36,27
10,4	110	164	115	286,2	302,4	446,4	27,48	32,36	38,94
10,6	22	205	121	293,4	311,4	457,2	22,26	36,24	40,71
10,8	34	210	136	298,8	320,4	464,4	23,87	37,65	42,88
11	14		140	306		468	23,41		44,04
11,2	18		157	313,2		473,4	24,64		46,25
11,4	10		93	320,4		484,2	25,04		43,26
11,6	12		62	327,6		489,6	26,17		42,17
12	14		36	340,2		505,8	28,19		42,96
12,2	75		48	345,6		520,2	33,32		45,64
12,4	64		76	356,4		529,2	33,91		49,02
12,6	25		84	365,4		540	32,43		51,19
12,8	21		96	374,4		550,8	33,41		53,67
13	38		76	383,4		561,6	35,87		53,95
13,2	46		83	390,6		570,6	37,57		55,98
13,4	152		94	394,2		581,4	45,77		58,47
13,8	134		87	403,2		603	46,40		61,52
14	160		94	410,4		613,8	49,42		63,82
14,4	176		130	426,6		622,8	53,18		68,82
14,6	182		121	432		628,2	54,69		69,55
14,8	181		125	441		637,2	56,08		71,55
15			136			646,2			74,06
15,2			141			655,2			76,19
15,4			127			662,4			76,83
15,8			151			678,6			81,97
16			162			698,4			85,75
16,2			180			703,8			88,51
16,4			185			711			90,58
16,6			193			714,6			92,49

Dari Gambar 7 dan Tabel 2 terlihat bahwa pada kedalaman 12 m daya dukung ujung tiang pancang dari data CPT adalah 28,19 ton; 37,65 ton dan 42,96 ton dengan rata-rata 36,27 ton. Data uji sondir menjadi tidak valid apabila konusnya terhalang oleh batuan atau kayu-kayuan yang tidak mewakili kondisi asli lapangan.

Daya dukung tiang pancang dari 5 titik uji PDA seperti Tabel 3.

Tabel 3. Data uji PDA.

No. Tiang	Daya Dukung Ultimate Tiang, ton				Qall, ton
	PDA (RMX)	CAPWAP			
		Total	Tahanan Kulit	Tahanan Ujung	
As RD-R8	104	100,8	16,8	84,4	33,6
As R13-RF	106	106,2	35,4	70,8	35,4

Tabel 3. Lanjutan

No. Tiang	Daya Dukung Ultimate Tiang, ton				Qall, ton
	PDA (RMX)	CAPWAP			
		Total	Tahanan Kulit	Tahanan Ujung	
As R11-RB	97	97,5	39,1	58,4	32,5
As R4-RA	101	101,7	29,6	72	33,9
As F-3	90	91	35,7	55,3	30,3

Dari Tabel 3 terlihat bahwa pada kedalaman 12 m daya dukung ujung tiang pancang dari data PDA adalah 33,6 ton; 35,4 ton; 32,5 ton; 33,9 ton dan 30,3 ton dengan rata-rata 32,15 ton.

Daya dukung tiang pancang dari 5 titik uji kalendering seperti Tabel 4.

Tabel 4. Data uji kalendering.

Ap, m <sup>2</sup>	L, m	□, t/m <sup>3</sup>	Wp, ton	Wr, ton	E	C, cm	h, cm	n	S, cm	Qu, ton	Qall, ton
0,0625	12	2,4	1,8	2	0,8	2,54	500	0,4	1,25	127,1	42,4
									0,3	169,6	56,5
									1,1	132,3	44,1
									1,2	128,8	42,9
									0,9	140,0	46,7

Dari Tabel 4 terlihat bahwa pada kedalaman 12 m daya dukung ujung tiang pancang dari data kalendering adalah 42,4 ton; 56,5 ton; 44,1 ton; 42,9 ton dan 46,7 ton dengan rata-rata 46,5 ton. Data uji log bor pada 3 titik seperti Tabel 5.

Tabel 5. Data uji log bor.

Deskripsi	Titik Bor		
	BH-1	BH-2	BH-3
Kedalaman, m	5 - 5,5	7 - 7,5	9,5 - 10
Kadar air, %	18	18,39	17,49
Specific gravity	2,611	2,619	2,607
Unit weight, gr/cc	1,601	1,616	1,615
Dry unit weight, gr/cc	1,356	1,365	1,375
Derajat kejenuhan, %	50,79	52,4	50,86
Sudut gesek tanah, °	27,8	27,1	27
Kohesi, kg/cm <sup>2</sup>	0,02	0,019	0,019

Daya dukung tiang dari data log bor seperti Tabel 6.

Tabel 6. Daya dukung tiang dari data log bor.

Ap, m <sup>2</sup>	Cu, t/m <sup>2</sup>	φ	Nc	γ, t/m <sup>3</sup>	L, m	q, t/m <sup>2</sup>	Nq	Qp, ton	λ	fav	P, m	Qs, ton	Qu, ton
0,0625	0,2	27,8	80	1,601	5	8,005	40	21,0	0,4	0,800	1,0	4,0	25,0
0,0625	0,19	27,1	80	1,616	7	11,312	40	29,2	0,3	0,599	1,0	4,2	33,4
0,0625	0,19	27	80	1,615	10	16,150	40	41,3	0,25	0,499	1,0	5,0	46,3

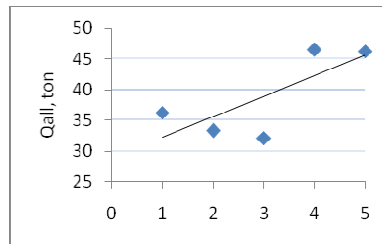
Dari Tabel 6 terlihat bahwa pada kedalaman 10 m daya dukung ujung tiang pancang dari data log bor adalah 46,3 ton. Dari data uji CPT, SPT, PDA, Log Bor dan Pile Driving Formula disimpulkan daya dukung ijin rata-rata pada Tabel 7, Gambar 3, Gambar 4 dan Gambar 5.

Tabel 7. Nilai daya dukung ijin tiang pancang dari beberapa data uji.

No	Nama Uji	Q <sub>all</sub> , ton
1	CPT	36,27
2	SPT	33,29
3	PDA	32,15
4	Kalendering	46,50
5	Log Bor	46,30

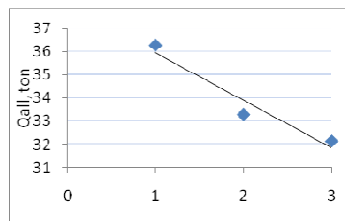
Dari Tabel 7 dibuat Gambar 8, Gambar 9 dan Gambar 10.





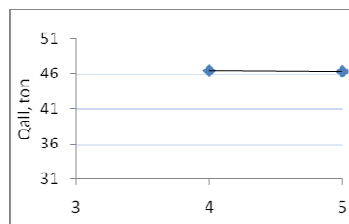
Gambar 8. Grafik daya dukung ujung tiang pancang dari data CPT, SPT, PDA, Kalendering dan Log Bor.

Dari Gambar 8 terlihat bahwa nilai daya dukung tiang pancang tidak dapat di-cross check dari data CPT, SPT, PDA, Kalendering dan Log Bor karena nilainya yang jauh berbeda.



Gambar 9. Grafik daya dukung ujung tiang pancang dari data CPT, SPT dan PDA.

Dari Gambar 9 terlihat bahwa nilai daya dukung tiang pancang dapat di-cross check dari data CPT, SPT dan PDA karena perbedaan nilainya tidak signifikan.



Gambar 10. Grafik daya dukung ujung tiang pancang dari data Kalendering dan Log Bor.

Dari Gambar 10 terlihat bahwa nilai daya dukung tiang pancang dapat di-cross check dari data Kalendering dan Log Bor karena nilainya hampir sama.

Nilai daya dukung ijin tiang pancang dari data uji CPT, SPT, PDA, log bor dan pile driving formula mendekati kesamaan. Kedekatan nilai ini menunjukkan bahwa dalam suatu project pelaksanaan pemancangan tidak harus melakukan pengujian keseluruhannya, tetapi sebahagiannya saja karena setiap pengujian memerlukan biaya yang mahal.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari tulisan ini adalah:

- Nilai daya dukung ijin tiang pancang tidak dapat di-cross check dari data CPT, SPT, PDA, Kalendering dan Log Bor karena nilainya sangat variatif. Nilai daya dukung ijin tiang pancang dapat di-cross check dari data CPT, SPT dan PDA atau dari data Kalendering dan Log Bor karena perbedaan nilai daya dukung ijinnya juga tidak signifikan.
- Untuk keperluan perhitungan daya dukung ijin tiang pancang tidak harus melakukan pengujian keseluruhannya, sebahagiannya saja karena setiap unit pengujian memerlukan biaya yang mahal.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Seksi Cipta Karya Dinas Pekerjaan Umum Propinsi Riau yang telah memberikan data pendukung penelitian dan penulisan ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

- American Society for Testing and Materials, 2000, Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia.
- Bowles, J.B, 1977, Foundation Analysis and Design, 2nd ed., McGraw-Hill, New York.
- Braja M. Das, 1990, Principles of Foundation Engineering, 2nd ed. PWS-KENT Publishing Company, Boston.
- Mayerhof, G. G, and Hanna, A. M, 1978, Ultimate Bearing Capacity of Foundation on Layered Soil Under Inclined Load, Canadian Geotechnical Journal, Vol. 15, No. 4, pp. 565-572.
- Terzaghi, K, 2000, Theoretical Soil Mechanics, Wiley, New York.
- Terzaghi, K. And Peck, R. B, 2000. Soil Mechanic in Engineering Practice, 2nd ed., Wiley. New York.
- Vanikar, S.N.1986. Manual on Design Construction of Driven Pile Foundations, U.S.Department of Transportation, Federal Highway Administration, Demonstration Project Division, Washington, D.C.

