

ANALISIS PERBANDINGAN DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG PADA TANAH LUNAK DENGAN METODE MANUAL DAN ELEMEN HINGGA SAP 2000

Ngudi hari Crista¹⁾, Trias Widorini²⁾, Bambang Purnijanto³⁾

¹⁾Fakultas Teknik, Universitas Semarang, Jl. Soekarno Hatta Semarang; Telp.024-6702757.
Email: ngudihari_crista@usm.ac.id

²⁾Fakultas Teknik, Universitas Semarang, Jl. Soekarno Hatta Semarang; Telp.024-6702757.
Email: tiaswidorini@usm.ac.id

³⁾Fakultas Teknik, Universitas Semarang, Jl. Soekarno Hatta Semarang; Telp.024-6702757.
Email: aabams@usm.ac.id

Abstrak

Berbagai tipe tiang pancang beton dengan dimensi persegi, segitiga, maupun lingkaran banyak diproduksi untuk digunakan sebagai pondasi dalam. Untuk mendapatkan suatu struktur bangunan atas yang kokoh maka diperlukan suatu pondasi dengan daya dukung yang tinggi, daya dukung tiang tersebut tergantung dengan kondisi tanah setempat, tetapi apabila tanah tersebut merupakan tanah yang lunak maka perlu adanya investigasi untuk mengetahui daya dukungnya. Penelitian yang dilakukan untuk mendapatkan daya dukung tiang pancang dengan cara perhitungan manual yang kemudian akan dibandingkan dengan perhitungan menggunakan SAP 2000 versi 14. Data tanah yang dianalisis adalah data sondir dan boring yang merupakan hasil dari laboratorium yang berupa data tanah lunak yang akan dianalisis secara manual dengan mengambil sampel tiang pancang tipe segi empat dengan bahan material dari beton K-600. Dari hasil penelitian didapat pancang persegi dengan dimensi 20 x 20 cm yang dianalisa dengan Data sondir, Data Boring, dan analisa berdasarkan software SAP 2000 nilai daya dukung relative besarnya sama yaitu 13,18 ton dan 13,31 ton, tetapi untuk analisa dengan software daya dukung tiangnya lebih tinggi dengan nilai 15.62 ton. Pada dimensi pancang 25 x 25 cm dan 30 x 30 cm nilai daya dukung masih cenderung sama dengan nilai 17,06 ton dan 18,64 ton untuk dimensi 25 x 25 dan nilai daya dukung 21,17 ton dan 24,76 ton dari hasil analisis dimensi 30 x 30 cm tetapi sudah terdapat selisih daya dukungnya namun relative kecil, untuk perhitungan software tetap menghasilkan nilai daya dukung lebih besar yaitu 22,24 ton dan 29,95 ton sedangkan untuk pancang dimensi 45 x 45 cm mempunyai daya dukung tiang khususnya dengan analisa software SAP 2000 menghasilkan nilai daya dukung relative besar 73,69 ton sehingga dapat ditarik kesimpulan perhitungan manual untuk mendapatkan daya dukung tiang. Nilainya lebih kecil dibandingkan perhitungan secara software SAP 2000.

Kata kunci: Daya dukung tiang, SAP 2000 V14, Tanah lunak

Abstract

Various types of concrete piles with dimensions of square, triangle, or circle are produced to be used as deep foundations. To get a solid superstructure, a foundation with a high bearing capacity is needed, the bearing capacity of the pile depends on local soil conditions, but if the soil is soft soil, an investigation is needed to determine the carrying capacity. The research was conducted to obtain the carrying capacity of the pile by means of manual calculations which will then be compared with calculations using SAP 2000 version 14. Soil data analyzed were sondir and boring data which were the results of the laboratory in the form of soft soil data which would be analyzed manually with took a sample of rectangular type piles with materials from K-600 concrete. From the research results obtained square stakes with dimensions of 20 x 20 cm which were analyzed with Sondir data, Boring data, and analysis based on SAP 2000 software, the relative carrying capacity values were the same, namely 13.18 tons and 13.31 tons, but for analysis using power software support the pile is higher with a value of 15.62 tons. At the dimensions of the stake 25 x 25 cm and 30 x 30 cm the value of the carrying capacity still tends to be the same as the value of 17.06 tons and 18.64 tons for the dimensions of 25 x 25 and the value of the carrying capacity of 21.17 tons and 24.76 tons from the analysis results. dimensions of 30 x 30 cm but there is already a difference in carrying capacity but relatively small, for the calculation of the software still produces a larger carrying capacity value, namely 22.24 tons and 29.95 tons, while for fishing rods with dimensions of 45 x 45 cm, it has a pile bearing capacity, especially with analysis SAP 2000 software produces a relatively large carrying capacity value of 73.69 tons so that it can be concluded that the manual calculation to obtain the bearing capacity of the pile. The value is smaller than the calculation in the SAP 2000 software.

Keywords: Pile bearing capacity, SAP 2000 V14, Soft soil

1. Pendahuluan

Membangun suatu konstruksi perlu adanya suatu perencanaan struktur yang kuat dan kokoh, untuk mendapatkan bangunan yang kuat maka diperlukan struktur yang kokoh salah satunya adalah kualitas Pondasi sebagai suatu bagian dari konstruksinya yang mempengaruhi daya tahan bangunan. Selain itu, peletakan pondasi pun harus tepat, yaitu meletakkan konstruksi pondasi di atas kekuatan tanah atau daya dukung tanah yang kuat, karena fungsi dari pondasi itu sendiri sebagai penerus beban dari bagian atas struktur ke lapisan bawahnya sehingga dapat disimpulkan bahwa fungsi utamanya sebagai penopang bangunan. Di Indonesia telah banyak bangunan tinggi dan jembatan menggunakan pondasi dalam. Pondasi dalam adalah pondasi yang didirikan di permukaan tanah dengan kedalaman tertentu dimana daya dukung dasar pondasi dipengaruhi oleh beban struktural dan kondisi permukaan tanah. Pondasi dalam biasanya dipasang pada kedalaman lebih dari 3 m di bawah elevasi permukaan tanah. Pondasi dalam dapat dijumpai dalam bentuk pondasi tiang pancang beton, Pondasi dalam dapat digunakan untuk mentransfer beban ke lapisan yang lebih dalam untuk mencapai kedalaman yang tertentu sampai didapat jenis tanah yang mendukung daya beban struktur bangunan sehingga jenis tanah yang tidak cocok di dekat permukaan tanah dapat dihindari. Adapun contoh dan type tiang pancang yang ada yaitu type segi empat, type segitiga, dan type lingkaran (*Spun Pile*).

Dengan bermacam type dari tiang pancang beton sangat menarik bagi peneliti untuk mengkaji perbandingan daya dukung tiang pancang tersebut yang akan dihitung dengan perhitungan manual yang kemudian akan dibandingkan dengan perhitungan menggunakan SAP 2000 versi 14. Pada penelitian ini akan diambil sampel tiang pancang type segi empat dengan bahan material dari beton K 600. Dengan dilakukan penelitian ini diharapkan didapat hasil yang akurat dan diketahui nilai penyimpangan dari perbandingan analisis tersebut

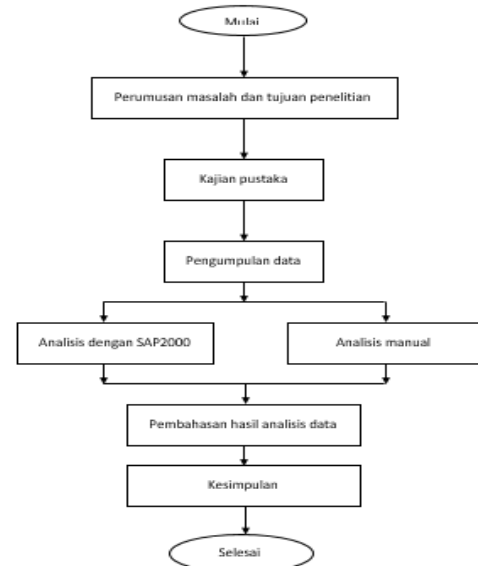
2. Tinjauan Pustaka

Pondasi tiang merupakan bagian bagian konstruksi yang dibuat dari kayu, beton dan baja yang digunakan untuk meneruskan beban ke tingkat-tingkat permukaan yang lebih rendah di dalam masa tanah (Bowles, 1991). Pondasi tiang pancang juga merupakan suatu konstruksi pondasi yang mampu menahan gaya vertical kesumbu tiang dengan cara menyerap lenturan. Pondasi dibuat menjadi satu kesatuan yang monolit dengan menyatukan pangkal tiang yang terdapat dibawah konstruksi dengan tumpuan pondasi. Pondasi tiang digunakan untuk mendukung bangunan jika lapisan tanah kuat terletak sangat dalam.

Menurut Sardjono (1996:1) pemakaian tiang pancang dipergunakan untuk pondasi bangunan dimana tanah dasar di bawah bangunan tersebut tidak mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang cukup untuk menopang berat bangunan dan bebannya, atau apabila tanah keras mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan dan bebannya letaknya sangat dalam.

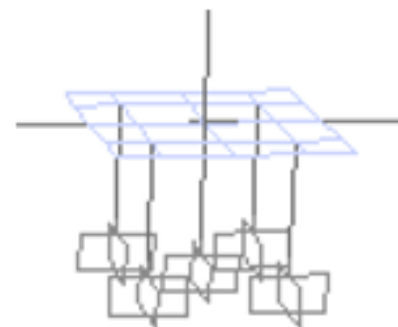
3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode simulasi komputerisasi dengan SAP 2000 V.14 untuk mendapatkan perbandingan nilai kapasitas daya dukung tiang pancang yang akan dibandingkan dengan analisis perhitungan manual pada kondisi tanah lunak. Simulasi komputerisasi ini dilakukan dengan memodelkan tiang pancang dimana terdapat dimensi berbentuk segi empat secara 3 dimensi dengan SAP 2000 V.14 dari model pembebanan diambil dari reaksi per titik kolom sebagai beban pondasi dari gedung Psikologi Universitas Semarang



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Dalam Simulasi komputasi untuk bangunan gedung dimodelkan dengan metode elemen hingga, yang merupakan kumpulan elemen-elemen solid tiga dimensi yang satu sama lainnya terkoneksi dengan *frame*, *Shell*, *node* atau *join* sehingga menjadi struktur yang menyatu dan monolit sebagai model bangunan. Model sampel dalam penelitian ini, dapat dilihat pada gambar .2.



Gambar.2. Contoh Sampel

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis pengelolaan data dari hasil boring dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1 Nilai SPT untuk perhitungan Qfiks

No.	Lapisan Tanah	Depth (m)	Tebal Li (m)	Ni	fi	fi x Li
1	Lanau lempungan coklat keabuan lunak	0-6	6	3	6	36
2	Pasir lanuan, abu-abu, lepas	6-12	6	4,6	9,2	55,2
3	Lanau lempungan Abu-abu lunak-medium	12-24	12	7	14	168
					ftotal	259,2

Deskripsi tabel 1 dapat dijelaskan bahwa kedalaman 0-6 m merupakan tanah lanau lempung coklat keabuan dengan ketebalan 6 m dengan nilai Ni didapat 3 dengan nilai gesekan pada selimut tiang atau adhesi tanah dengan selimut tiang untuk lapisan tanah sebesar 6 kN/m². Sehingga didapatkan total gesekan pada selimut tiang di kedalaman 6 m adalah 36 KN/m². Pada kedalaman 6-12 m terlihat pasir lanau abu-abu lepas dengan tebal lapisan 6 m dengan nilai Ni sebesar 4,6 dan didapatkan nilai gesekan selimut tiang 9,2 KN/m². Dengan total gesekan selimut tiang 55,2 KN/m². Untuk lapisan ketiga menurut data tabel di atas terlihat tanah lanau lempung abu-abu lunak sampai dengan medium terdapat pada kedalaman 12 sampai dengan kedalaman 24 m dengan tebal lapisan 12 m dan terdapat nilai Ni sebesar 7 dimana nilai adhesi tanah 14 KN/m² serta total gesekan selimut sebesar 168 KN/m². Menurut deskripsi dan data tanah sampai dengan kedalaman 24 m didapat total gesekan selimut sebesar 259,2 KN/m².

Perhitungan daya dukung tiang dengan nilai N-SPT pada kedalaman 24 meter adalah 12, menggunakan pancang 20 x 20 cm didapatkan :

$$q = 40 \times N \times (L/D) < 400 \times N$$

$$= 40 \times 12 \times (24/0,2) < 400 \times 12$$

$$= 57600 \text{ kN/m}^2 > 4800 \text{ kN/m}^2$$

Diambil $q = 4800 \text{ kN/m}^2$

$$Q_{ultimit} = A_{ujung} \cdot q + O \cdot f_{total}$$

$$= (0,2 \times 0,2) \times 4800 + (0,2 \times 4) \times 259,2$$

$$= 399,36 \text{ Kn}$$

$$Q_{ijin} = Q_{ultimit} / SF$$

$$= 399,36 / 3$$

$$= 133,12 \text{ kN}$$

$$= 13,31 \text{ ton}$$

Sehingga kapasitas tiang tunggal (Q_{ijin}) diambil **13,31 ton = 133 kN**.

Berdasarkan perhitungan di atas maka daya dukung tiang pondasi pancang dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2 Nilai daya dukung pertiang berdasarkan perhitungan boring

DAYA DUKUNG PONDASI MINIPILE DAN PANCANG [qa] BERDASARKAN BORING						
JENIS PILE	Q	luas	tf	kell	qa	
	kg	cm ²	kg/cm	cm	kg	ton
PERSEGI 20X20	39936	400.00	707	80.00	13310	13,31
PERSEGI 25x25	55920	625.00	707	100.00	18640	18,64
PERSEGI 30X30	74304	900.00	707	120.00	24760	24,76
PERSEGI 45X45	143856	2025.00	707	141.37	47950	47,95
qa = Qultimit/3 NB : tf DAN qc BERDASARKAN DATA SONDIR PD KEDALAMAN 24 M						

Untuk analisis perhitungan Cone Penetrasi Test (CPT) dilakukan untuk mengetahui perlawanan tanah yang meliputi : tahanan konus (*cone resistance*), unit friksi, total friksi dan angka perbandingan antara tahanan konus dengan hambatan lekat local (*friction ratio*). Terlihat pada tabel 3

Tabel 3 Nilai daya dukung pertiang berdasarkan perhitungan Sondir

DAYA DUKUNG PONDASI MINIPILE DAN PANCANG [qa] BERDASARKAN SONDIR						
JENIS PILE	qc	luas	tf	kell	qa	
	kg/cm ²	cm ²	kg/cm	cm	kg	ton
PERSEGI 20X20	14	400.00	707	80.00	13178.67	13,18
PERSEGI 25x25	14	625.00	707	100.00	17056.67	17,06
PERSEGI 30X30	14	900.00	707	120.00	21168	21,17
PERSEGI 45X45	14	2025.00	707	141.37	29439.98	29,44
qa = qc*luas/3 + tf*kell/5 NB : tf DAN qc BERDASARKAN DATA SONDIR PD KEDALAMAN 24 M						

Daya dukung pondasi minipile dan pancang tabel 3 berdasarkan data laboratorium kedalaman yang dilaksanakan mencapai 24 m dengan Conus Resistance (qc) = 14 kg/cm² dari hasil penyondiran tersebut didapat total Friction 707 kg/cm². Setelah dianalisa dengan $qa = qc*luas/3 + tf*kell/5$ untuk pancang 20 x 20 cm didapat daya dukung tiang 13,18 ton, analisa pancang 25 x 25 cm didapat 17,06 ton, pancang 30 x 30 cm didapatkan nilai sebesar 21,17 ton, serta untuk pancang persegi 45 x 45 cm didapatkan nilai sebesar 29,44 ton.

Tabel 4 Nilai daya dukung pertiang berdasarkan perhitungan Sondir

DAYA DUKUNG PONDASI MINIPILE DAN PANCANG [qa] BERDASARKAN SAP 2000						
JENIS PILE	PU	luas	KV	kav	qa	
	kg	cm ²	t/m	cm	kg	ton
PERSEGI 20X20	49120	400.00	1920	48000.00	13310	15,62
PERSEGI 25x25	49120	625.00	3000	48000.00	18640	22,24
PERSEGI 30X30	49120	900.00	4320	48000.00	34.79	29,95
PERSEGI 45X45	49120	2025.00	9720	48000.00	49000	73,69
KV = konstanta vertikal pegas NB : tf DAN qc BERDASARKAN DATA SONDIR PD KEDALAMAN 24 M						

Untuk melakukan analisis pondasi pancang yang tertumpu diatas tanah, tanah diasumsikan sebagai bahan yang bersifat elastis dengan demikian struktur pondasi dianggap terletak diatas tumpuan pegas-pegas yang bersifat elastis. Dari tabel.4 kemampuan untuk mendukung beban

tergantung dari besarnya *modulus of subgrade reaction* kearah vertical (ksv) dapat ditentukan dari besarnya daya dukung tanah yang diijinkan yang besarnya tanah lanau lempung lunak sebesar 48000 KN/m³. Untuk mencari Konstanta Vertikal Pegas (KV) dilakukan dengan cara mengalikan dimensi luas pancang dengan *modulus of Subgrade Reaction* sehingga didapat nilai untuk pancang 20 x 20 cm sebesar 1920 KN/cm, 25 x 25 cm sebesar 3000 KN/cm, dan pancang dengan dimensi 30 x 30 cm didapat nilai 4320 KN/cm, serta dimensi pancang 45 x45 cm sebesar 9720 KN/cm. dari analisis menggunakan soft ware SAP 2000 versi 14 didapatkan nilai daya dukung tiang 20 x 20 cm yaitu qa = 15,62 ton, 25 x 25 cm qa = 22,24 ton, 30 x 30 cm qa = 29,95 ton, dan 45 x 45 cm qa = 73,69 ton.

5. Menentukan Kelompok Tiang

Untuk mencari kapasitas dukung kelompok tiang harus dikalikan dengan efisiensi kelompok tiang sebagai berikut.

$$Eff = 1 - \frac{\phi}{90} \times \left(\frac{(n-1) \times m + (m-1) \times n}{m \times n} \right)$$

Dimana :

n = jumlah baris tiang

m = jumlah tiang dalam 1 baris

$$\phi = \tan^{-1} \frac{D}{s}$$

s = jarak antar tiang (m)

Tabel .5 menggambarkan kapasitas dukung tiang kelompok yang dianalisa menggunakan data boring. Efisiensi pada pile group untuk pancang 20 x20 cm, 25 x25 cm, 30x30 cm, serta 45 x45 cm. pada pondasi dengan jumlah tiang pancang 1 mempunyai efisiensi satu sehingga nilai daya dukung tiangnya P 20 x20 =13.31ton, P25 x 25= 18.64 ton, P30x30 =24.76 ton, dan P45 x 45 =47.95 ton. Untuk jumlah pancang 2 mempunyai nilai efisiensi 0,9, dan terus menurun nilai tersebut berbanding terbalik dengan jumlah pancang, semakin banyak jumlahnya maka nilai effisien-sinya semakin kecil.

Tabel .5 Kelompok tiang group berdasarkan data boring

TYPE	arc tg 50/150	(n-1)m+(m-1)n	90mxn	m	n	EFF	P group 20x20	P group 25 x25	P group 30x30	P group 45x45
P1	17.43	0	90	1	1	1.00	13.31	18.64	24.76	47.95
P2	18.43	1	180	2	1	0.90	23.89	33.46	44.45	86.08
P3	18.43	2.5	270	2	1.5	0.83	33.11	46.37	61.60	119.30
P4	18.43	4	360	2	2	0.80	42.33	59.29	78.75	152.51
P5	18.43	5.5	450	2	2.5	0.77	51.56	72.20	95.91	185.73
P6	18.43	7	540	2	3	0.76	60.78	85.11	113.06	218.95
P7	18.43	9.5	675	3	2.5	0.74	69.00	96.63	128.35	248.56
P8	18.43	12	810	3	3	0.73	77.40	108.39	143.98	278.83
P9	18.43	10	720	2	4	0.74	89.12	124.81	165.78	321.06
P10	18.43	12	810	3	3	0.73	96.75	135.49	179.98	348.54
P11	18.43	14.5	945	3	3.5	0.72	105.00	147.04	195.32	378.25
P12	18.43	17	1080	3	4	0.71	113.37	158.77	210.90	408.43

Tabel 6 menggambarkan kapasitas dukung tiang kelompok yang dianalisa menggunakan data sondir. Efisiensi pada pile group untuk pancang 20 x20 cm, 25 x25 cm, 30x30 cm, serta 45 x45 cm. pada pondasi dengan jumlah tiang pancang 1 mempunyai efisiensi satu sehingga nilai daya dukung tiangnya P 20 x20 =13.18 ton, P25 x 25= 17,06 ton, P30x30 =21,17 ton, dan P45 x 45 =29,44 ton. Untuk jumlah pancang 2 mempunyai nilai efisiensi 0,9, dan terus

menurun nilai tersebut berbanding terbalik dengan jumlah pancang, semakin banyak jumlahnya maka nilai effisien-sinya semakin kecil.

Tabel 6 Kelompok tiang group berdasarkan data sondir

TYPE	arc tg 50/150	(n-1)m+(m-1)n	90mxn	m	n	EFF	P group 20x20	P group 25 x25	P group 30x30	P group 45x45
P1	17.43	0	90	1	1	1.00	13.18	17.06	21.17	29.44
P2	18.43	1	180	2	1	0.90	23.66	30.83	38.00	52.85
P3	18.43	2.5	270	2	1.5	0.83	32.79	42.44	52.67	73.24
P4	18.43	4	360	2	2	0.80	41.92	54.26	67.33	93.64
P5	18.43	5.5	450	2	2.5	0.77	51.05	66.08	82.00	114.03
P6	18.43	7	540	2	3	0.76	60.18	77.90	96.67	134.43
P7	18.43	9.5	675	3	2.5	0.74	68.32	88.44	109.74	152.61
P8	18.43	12	810	3	3	0.73	76.64	99.21	123.11	171.20
P9	18.43	10	720	2	4	0.74	88.25	114.23	141.75	197.12
P10	18.43	12	810	3	3	0.73	95.80	124.01	153.88	214.00
P11	18.43	14.5	945	3	3.5	0.72	103.97	134.58	167.00	232.24
P12	18.43	17	1080	3	4	0.71	112.27	145.31	180.32	250.77

Tabel.7 menggambarkan kapasitas dukung tiang kelompok yang dianalisa menggunakan perhitungan software SAP 2000. Efisiensi pada pile group untuk pancang 20 x20 cm, 25 x25 cm, 30x30 cm, serta 45 x45 cm. pada pondasi dengan jumlah tiang pancang 1 mempunyai efisiensi satu sehingga nilai daya dukung tiangnya P 20 x20 =15,62 ton, P25 x 25=22,64 ton, P30x30 =29,95 ton, dan P45 x 45 =73,69 ton. Untuk jumlah pancang 2 mempunyai nilai effisien-si 0,9, dan terus menurun nilai tersebut berbanding terbalik dengan jumlah pancang, semakin banyak jumlahnya maka nilai effisien-sinya semakin kecil. Pada analisis ini nilai daya dukung tiangnya baik untuk tiang tunggal maupun tiang group mempunyai nilai terbesar.

Tabel 7 Kelompok tiang group berdasarkan perhitungan SAP 2000

TYPE	arc tg 50/150	(n-1)m+(m-1)n	90mxn	m	n	EFF	P group 20x20	P group 25 x25	P group 30x30	P group 45x45
P1	17.43	0	90	1	1	1.00	15.62	22.24	29.95	73.69
P2	18.43	1	180	2	1	0.90	28.04	39.92	53.77	132.29
P3	18.43	2.5	270	2	1.5	0.83	38.86	55.33	74.51	183.33
P4	18.43	4	360	2	2	0.80	49.68	70.74	95.26	234.38
P5	18.43	5.5	450	2	2.5	0.77	60.50	86.14	116.01	285.43
P6	18.43	7	540	2	3	0.76	71.32	101.55	136.76	336.48
P7	18.43	9.5	675	3	2.5	0.74	80.97	115.29	155.26	382.00
P8	18.43	12	810	3	3	0.73	90.83	129.33	174.16	428.52
P9	18.43	10	720	2	4	0.74	104.59	148.91	200.53	493.40
P10	18.43	12	810	3	3	0.73	113.54	161.66	217.70	535.84
P11	18.43	14.5	945	3	3.5	0.72	123.22	175.44	236.26	581.30
P12	18.43	17	1080	3	4	0.71	133.05	189.44	255.11	627.88

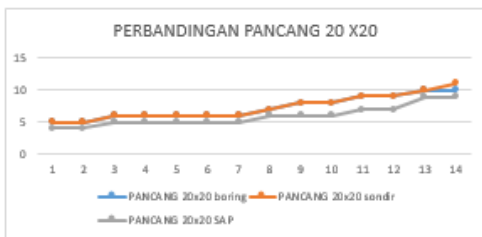
6. Menentukan Jumlah Tiang

Dalam menentukan jumlah titik tiang yang diperlukan pada kolom dan *shearwall* dibutuhkan beban reaksi tumpuan setiap joint pada *base story*, beban reaksi tumpuan diambil dari kombinasi (1DL +1LL) data reaksi tumpuan berdasarkan analisa penelitian gedung perkuliahan fakultas psikologi USM. Sesuai dari hasil penelitian didapat data sebagai berikut, lihat Tabel 8

Tabel 8 Perbandingan jumlah tiang pancang

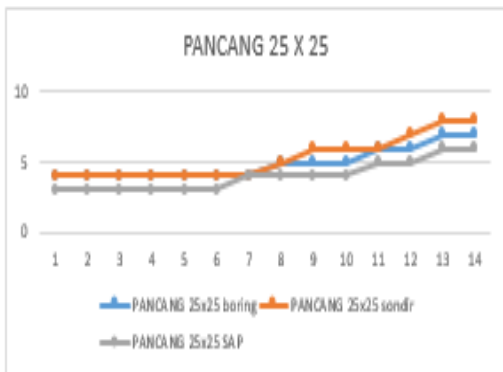
JMN	REAKSI PU (TON)	PANCANG 20x20			PANCANG 25x25			PANCANG 30x30			PANCANG 45x45		
		boring	sondir	SAP	boring	sondir	SAP	boring	sondir	SAP	boring	sondir	SAP
21	40.1147	5	5	4	4	4	5	5	2	2	2	1	
21	40.1227	5	5	4	4	4	5	5	2	2	2	1	
45	51.9993	6	6	5	4	4	5	5	2	2	2	1	
45	52.4844	6	6	5	4	4	5	5	2	2	2	1	
47	51.8202	6	6	5	4	4	5	5	4	2	2	1	
45	55.5764	6	6	5	4	4	5	5	4	2	2	1	
48	50.0561	6	6	5	4	4	4	5	4	2	2	1	
44	60.9757	7	7	6	5	5	4	5	4	3	2	1	
5	69.07	8	8	6	5	6	4	4	5	3	2	1	
25	70.5841	8	8	6	5	6	4	4	5	3	2	1	
29	77.8298	9	9	7	6	6	5	4	5	4	2	2	
9	78.1813	9	9	7	6	7	5	4	5	4	2	2	
27	95.8201	10	10	9	7	8	6	5	6	5	3	2	
7	96.9753	10	11	9	7	8	6	6	5	5	3	2	

Pada tabel 8 menerangkan bahwa jumlah pancang 20 x 20 mempunyai jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan dimensi 25 x 25 cm, 30 x 30 cm, dan 45 x 45 cm, hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin kecil dimensi pancang akan memberikan daya dukung yang kecil dibandingkan dengan dimensi pancang yang lebih besar yang akan mendistribusikan nilai tahanan yang lebih besar. Dari tabel diatas dapat terlihat bahwa dimensi 45 x 45 cm mempunyai jumlah pancang yang sedikit karena tiang tersebut mempunyai daya dukung yang besar. Untuk lebih jelasnya dapat kita lihat berdasarkan grafik perbandingan gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3 Grafik Perbandingan tiang pancang

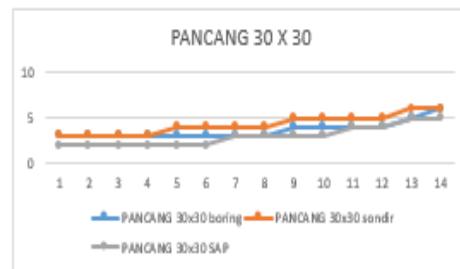
Gambar 3 mendiskripsikan daya dukung pancang berdasarkan soundir, boring dimensi 20 x 20 mempunyai nilai daya dukung yang hampir sama dengan daya dukungnya sedangkan daya dukung dengan analisa SAP lebih besar dibandingkan dengan dimensi berdasar analisa boring dan sondir.



Gambar 4 Grafik Perbandingan tiang pancang

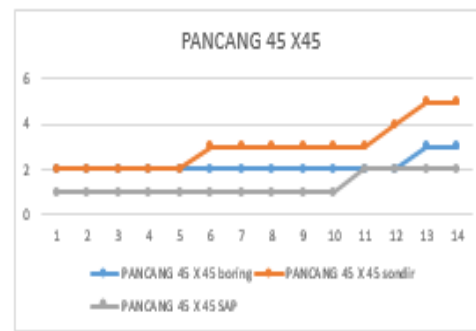
Untuk dimensi 25 x 25 cm daya dukung tiang pancang antara analisa sondir dan boring, analisa boring menunjukkan jumlah atau nilai separuh lebih besar telah tampak, hal ini berarti dimensi 25 x 25 daya dukungnya lebih banyak dis-

banding dengan daya dukung soundir, sedangkan untuk daya dukung dengan analisa SAP cenderung lebih besar dan stabil pada grafiknya.



Gambar 5 Grafik Perbandingan tiang pancang

Pada analisa untuk pancang 30 x 30 dan 45 pada grafik ke tiga gambar 5 dan ke empat gambar 6 menunjukkan adanya perbedaan jumlah dan nilai daya dukung yang ekstrim sehingga Nampak pada grafik adanya pemisahan antara analisa soundir, boring dan SAP 2000 dengan nilai dan analisa menggunakan software lebih besar dibandingkan dengan analisa lainnya



Gambar 6 Grafik Perbandingan tiang pancang

Pada analisa untuk pancang 30 x 30 dan 45 pada grafik ke tiga gambar 5 dan ke empat gambar 6 menunjukkan adanya perbedaan jumlah dan nilai daya dukung yang ekstrim sehingga Nampak pada grafik adanya pemisahan antara analisa soundir, boring dan SAP 2000 dengan nilai dan analisa menggunakan software lebih besar dibandingkan dengan analisa lainnya

7. Menentukan Perbandingan daya dukung Tiang Pancang

Dalam menentukan jumlah perbandingan daya dukung tiang tunggal dan nilai keakurasian dalam menganalisa ditentukan oleh data data pendukung yang berasal dari laboratorium maupun data sekunder yang terus terupdate.

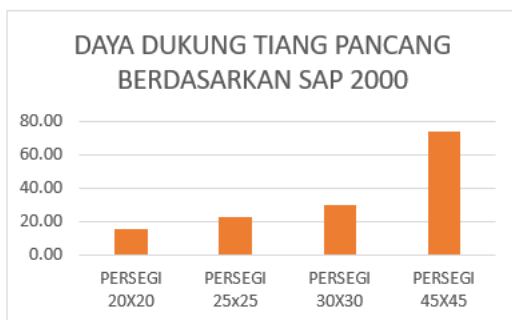
Tabel 9 Perbandingan jumlah tiang pancang

JENIS PILE	qa	qa	qa
	ton	ton	ton
PERSEGI 20X20	13.18	13,31	15.62
PERSEGI 25x25	17.06	18,64	22.24
PERSEGI 30X30	21.17	24,76	29.95
PERSEGI 45X45	29.44	47,95	73.69
	sondir	boring	SAP

Berdasarkan Tabel 9 jenis analisa yang dipakai menggunakan 3 metode, yaitu metode analisa daya dukung hasil soundir, analisa daya dukung dengan boring dan analisa daya dukung tiang dengan Software SAP. Setelah dianalisis dapat dilihat hasil nilai daya dukung tiang tunggal dengan analisa sondir menghasilkan nilai perhitungan analisis manual cenderung mempunyai hasil relative sama atau terpaut selisih kecil. Sedangkan dilihat analisa software nilai analisa cenderung terpaut jauh dari perhitungan manual. Hal ini dimungkinkan adanya pemasukan nilai data tanah yang kurang akurasinya. Perbandingan ini dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar Grafik 7.A



Gambar Grafik 7B



Gambar Grafik 7C

Gambar 7 Grafik Perbandingan Daya Dukung Tiang Pancang

Sesuai dengan gambar 7 pancang persegi dengan dimensi 20 x 20 cm yang dianalisa dengan Data sondir, Data Boring, dan data berdasarkan analisa software SAP 2000 nilai daya dukung relative besarnya sama berdasarkan gambar tersebut. Untuk type pancang 25 x 25 cm dan 30 x 30 cm nilai daya dukung masih cenderung sama dan terpaut selisih sedikit antara 1 ton sampai 2 ton, sedangkan untuk

pancng dimensi 45 x45 cm daya dukung tiang khususnya dengan analisa software menghasilkan nilai daya dukung yang besar sesuai grafik gambar.

8. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisis tiang pancang yang telah dilakukan, dapat disimpulkan hal-hal seperti berikut ini :

1. Pancang persegi dengan dimensi 20 x 20 cm yang dianalisa dengan Data sondir, Data Boring, dan analisa berdasarkan software SAP 2000 nilai daya dukung relative besarnya sama yaitu 13,18 ton dan 13,31 ton, tetapi untuk analisa dengan software daya dukung tiangnya lebih tinggi dengan nilai 15.62 ton. Pada dimensi pancang 25 x 25 cm dan 30 x 30 cm nilai daya dukung masih cenderung sama dengan nilai 17,06 ton dan 18,64 ton untuk dimensi 25 x 25 dan nilai daya dukung 21,17 ton dan 24,76 ton dari hasil analisis dimensi 30 x 30 cm tetapi sudah terdapat selisih daya dukungnya namun relative kecil, untuk perhitungan software tetap menghasilkan nilai daya dukung lebih besar yaitu 22,24 ton dan 29,95 ton sedangkan untuk pancang dimensi 45 x45 cm mempunyai daya dukung tiang khususnya dengan analisa software SAP 2000 menghasilkan nilai daya dukung relative besar 73,69 ton sehingga dapat ditarik kesimpulan perhitungan manual untuk mendapatkan daya dukung tiang. Nilainya lebih kecil dibandingkan perhitungan secara software SAP 2000.
2. Dilihat dari perbandingan jumlah tiang pancang pada tanah yang lunak dengan kedalaman 24 m, antara dimensi 20 x 20 cm, 25 x25 cm, 30 x 30 cm dan dimensi 45 x 45 cm maka tiang pancang yang mempunyai dimensi besar dan mempunyai daya dukung yang besar walaupun berada ditanah lunak, pada penelitian ini dimensi 45 x 45 oleh karena itu sangat tepat dipakai untuk jenis tanah lunak

9. Daftar Pustaka

- Hardiyatmo, H.C., 2010, *Analisa dan Perancangan Fondasi bagian 1*, Gajah Mada University Press, Jogjakarta
- Hardiyatmo, H.C., 2010, *Analisa dan Perancangan Fondasi bagian 2*, Gajah Mada University Press, Jogjakarta
- Biro Teknik Sipil (BTS). (2014). *Perencanaan Gedung J Universitas Muhammadiyah Purwokerto*. Purwokerto: Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Erl yana, R.M. (2015). *Simulasi Prilaku Pondasi Gabungan Telapak dan Sumuran Dengan Variasi Kedalaman Telapak dan Panjang Sumuran*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Rosyid Ridho(2010), *Uji Kapasitas Dukung Pondasi Tiang Pancang Kelompok Ujung Tertutup Pada Tanah Pasir Berlempung Dengan Variasi Jumlah Tiang, dibandingkan dengan metode analitis Meyerhof (1976) dan metode elemen hingga(SAP2000 V.11)* Journal penelitian
- Fachridia, Ilham, Indrastono, (2017), *Analisis Penurunan Bangunan Pondasi Tiang Pancang dan Rakit pada Proyek Pembangunan Apartemen Surabaya Central Business district, dihitung secara manual dan menggunakan software SAP2000*, Journal Penelitian
- Bowles, J.E., 1986, *Analisa dan Desain Pondasi jilid 1*, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Sardjono HS, 1991, *Pondasi TiangPancang, Jilid 1*, Penerbit Sinar Wijaya, Surabaya