



ANALISIS DAYA DUKUNG TIANG PANCANG (STUDI KASUS : PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG SEKOLAH SMPN 7 TARAKAN)

Endah Dwi Septiana

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Borneo Tarakan, Kota Tarakan, Kalimantan Utara

e-mail: endahdwisepiana@gmail.com

ABSTRACT : *In principle, a building cannot be built on land that is unable to accept the burden of the building because it will cause a settlement from the construction. This research was carried out in the SMPN 7 Tarakan building construction project to find out the bearing capacity using static methods, dynamic methods and finite element method (FEM). Results of calculation of the bearing capacity based on the static method, the greatest value on the S-5 sondir point with Meyerhoff method is 2252,96 tons and the smallest on the S-1 sondir point with Aoki de Alancir method is 502,73 tons. Based on the dynamic method, the greatest one on B-19-C point with Engineering New Record method is 1994,45 tons while the smallest on B-19-F point with Janbu method is 484,42 tons. On the finite element method (FEM), the value of bearing capacity is 1850,18 tons. Safety factor (SF) on static method get the greatest value on S-5 sondir point with Mayerhoff method is 6,47 and the smallest on S-1 sondir point with Aoki de Alancir method is 1,44. On dynamic method, the greatest value on B-19-C point with Engineering New Record method is 5,73 and the smallest on B-19-F point with Janbu method is 1,39. And the safety factor with Finite Element Method (FEM) is 5,32.*

Keywords : *Bearing capacity, Static method, Dynamic method, Finite element method, Safety factor.*

ABSTRAK: Pada prinsipnya suatu gedung tidak dapat dibangun di tanah yang tidak mampu menerima beban gedung tersebut karena akan menyebabkan terjadinya penurunan dari konstruksi tersebut. Tujuan dari penelitian di Proyek Pembangunan Gedung Sekolah SMPN 7 Tarakan ini, untuk mengetahui kapasitas daya dukung tiang pancang dengan menggunakan metode statis, metode dinamis dan metode elemen hingga (MEH). Hasil perhitungan daya dukung tiang kelompok dengan menggunakan metode statis yang terbesar pada titik sondir S-5 metode Mayerhoff sebesar 2252,96 ton dan yang terkecil di titik sondir S-1 dengan metode Aoki de Alancir sebesar 502,73 ton. Daya dukung tiang kelompok menggunakan metode dinamis yang terbesar pada titik B-19-C metode Engineering New Record (ENR) sebesar 1994,45 ton sedangkan yang terkecil pada titik B-19-F metode Janbu sebesar 484,42 ton. Dengan metode elemen hingga (MEH) didapatkan nilai daya dukung tiang kelompok sebesar 1850,18 ton. Angka keamanan (SF) pada metode statis menghasilkan nilai SF terbesar pada titik sondir S-5 metode Mayerhoff sebesar 6,47 dan terkecil pada titik sondir S-1 metode Aoki de Alancir sebesar 1,44. Pada metode dinamis menghasilkan nilai SF terbesar pada titik B-19-C metode Engineering New Record sebesar 5,73 dan terkecil pada titik B-19-F metode Janbu sebesar 1,39. Dan dengan metode elemen hingga (MEH) didapatkan nilai SF sebesar 5,32.

Kata Kunci : Daya dukung pondasi, Metode statis, Metode dinamis, Metode elemen hingga, Angka keamanan

1. PENDAHULUAN

Kota Tarakan merupakan gerbang untuk wilayah Kalimantan Utara yang memiliki sarana dan prasarana yang memadai. Salah satu prasarana yang terus dikembangkan di Kota Tarakan adalah infrastruktur di bidang pendidikan. Ini dapat dilihat dari intensitas pembangunan dan renovasi gedung-gedung sekolah

yang kurang memadai. Berdasarkan Data Pokok Pendidikan Dasar dan Menengah dari Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan untuk semester 2018/2019 ganjil, terdapat 107 sekolah di Kota Tarakan, yang meliputi 63 Sekolah Dasar (SD), 26 Sekolah Menengah Pertama (SMP), 9 Sekolah Menengah Atas (SMA), 8 Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), dan 1 Sekolah Luar Biasa (SLB).

Salah satu proyek yang masih dalam tahap pembangunan adalah gedung SMP Negeri 7 Tarakan. Sekolah ini direncanakan akan memiliki enam lantai dan dilengkapi dengan fasilitas seperti perpustakaan, mushola, UKS, hall, ruang serba guna, dan lain-lain. Pembangunan fasilitas-fasilitas ini tentunya membawa beban yang signifikan, yang akan ditopang oleh pondasi serta tanah di bawahnya. Pada dasarnya, sebuah gedung tidak dapat dibangun di tanah yang tidak mampu menahan beban gedung tersebut, karena hal ini dapat mengakibatkan penurunan (*settlement*) pada konstruksi gedung dan mengganggu stabilitasnya. Penurunan pondasi terjadi jika beban yang diterima tanah melebihi kekuatan dukung tanah tersebut. Kondisi ini harus dihindari oleh perencana, karena penurunan pada pondasi dapat menyebabkan kerusakan serius pada struktur di atasnya. Oleh karena itu, dalam perencanaan pondasi, penting untuk mengevaluasi daya dukung tanah dengan cermat.

Randyanto (2015) pernah melakukan penelitian dengan judul “Analisis Daya Dukung Tiang Pancang dengan Menggunakan Metode Statik dan Calendering (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Manado Town Square 3)”. Hasil dari penelitian yang dilakukan dengan penggunaan data SPT untuk metode Meyerhof daya dukung tiang sebesar 69,88 ton dan metode Briaud et al 124,99 ton. Dengan menggunakan data sondir, untuk metode Meyerhof sebesar 96,21 ton dan metode Schmertmann & Nottingham sebesar 90,1320 ton. Daya dukung tertinggi ada pada uji calendering dengan metode Hilley sebesar 272,83 ton.

Dalam penelitiannya yang berjudul “Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Statis dan Dinamis pada Bendungan Gerak Sembayat Gresik”, Santoso (2017) menemukan bahwa metode dinamis menghasilkan daya dukung tiang yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode statis. Menurut Luciano Dacourt, daya dukung tiang minimal dengan metode statis adalah Q_{izin} tarik minimal sebesar 15,25 ton pada BU-12 dan Qizin tekan minimal sebesar 41,55 ton pada BU-11. Sebaliknya, dengan metode dinamis, khususnya metode Eytelwein, daya dukung tiang minimal yang diperoleh adalah 61,566 ton pada perhitungan di GW 1.

Pada penelitian ini menggunakan metode statis, metode dinamis, dan metode elemen hingga (MEH) untuk mengetahui daya dukung tiang pancang pada proyek pembangunan gedung sekolah SMPN 7 Tarakan. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui daya dukung tiang pancang pada proyek pembangunan gedung sekolah SMPN 7 Tarakan dan mengetahui angka keamanan/*safety factor* (SF) pada proyek pembangunan gedung sekolah SMPN 7 Tarakan.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Sumber Data

Dalam penelitian ini, data diperoleh melalui metode pengumpulan data sekunder, yang diambil dari sumber-sumber terkait dengan masalah penelitian serta dari peraturan-peraturan yang berlaku. Data sekunder yang digunakan mencakup informasi teknis tentang tiang pancang, hasil pengujian sondir, data kalendering, gambar rencana, dan spektrum gempa untuk kota Tarakan.

2.2. Analisis Data

2.2.1. Analisis struktur

Pembebanan pada pondasi gedung SMPN 7 Tarakan akan dianalisis dengan menggunakan bantuan program SAP 2000 versi 19. Mengacu pada Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983, SNI 03-1727-1989 tentang Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung dan SNI 1726-2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Semua jenis pembebanan seperti beban mati, beban hidup dan beban gempa pada gedung SMP

7 Tarakan akan dimodelkan dengan menggunakan program SAP 2000 versi 19. Beban tersebut akan digabungkan untuk memperoleh beban terfaktor tertinggi, yang kemudian digunakan untuk menentukan lokasi tumpuan yang akan mengalami gaya maksimum.

2.2.2. Analisis daya dukung tiang pancang dengan metode statis

Analisis daya dukung pondasi menggunakan metode statis didasarkan pada data sondir yang diperoleh dari pengujian tanah di lapangan. Dalam penelitian ini, data sondir yang digunakan mencakup titik-titik dari S-1 hingga S-5. Data yang diperoleh dari pengujian sondir meliputi nilai q_c (tahanan ujung) dan JHL (jumlah hambatan lekat), yang akan digunakan dalam metode Mayerhoff dan metode Aoki de Alencar untuk menentukan daya dukung tiang pancang.

2.2.3. Analisis daya dukung tiang pancang dengan metode dinamis

Analisis daya dukung tiang pancang dengan metode dinamis dilakukan menggunakan data kalendering yang diperoleh dari pengujian tiang pancang di lapangan. Dalam penelitian ini, data kalendering yang digunakan berasal dari titik-titik yang akan menerima beban paling besar dari struktur di atasnya.. Data yang diperoleh dari data kalendering berupa nilai S atau penetrasi per pukulan dan k (*rebound*) yang kemudian dimasukkan kedalam metode Hilley, metode Engineering New Record dan metode Janbu untuk mendapatkan daya dukung tiang pancang.

2.2.4. Analisis daya dukung tiang pancang dengan metode elemen hingga

Setelah memperoleh data tanah dan beban dari struktur di atas, langkah berikutnya adalah menentukan daya dukung tiang pancang menggunakan metode elemen hingga (MEH) dengan bantuan program Plaxis. Dalam penggunaan program Plaxis, terdapat tiga proses utama: input, perhitungan (calculation), dan output.

1. Input program

Pada tahap ini diperlukan beberapa parameter-parameter tanah sebagai data masukkan pada program Plaxis. Adapun parameter tanah yang digunakan dalam program Plaxis diantaranya yaitu:

- a. Berat volume tanah kering (γ dry)
- b. Berat volume tanah basah (γ wet)
- c. Permeabilitas arah horizontal (k_x)
- d. Permeabilitas arah vertikal (k_y)
- e. Modulus young (E_{ref})
- f. Poisson's ratio (ν)
- g. Kohesi (c)
- h. Sudut geser (ϕ)
- i. Sudut dilatasi (ψ)

Pada proses input, tiang pancang dimodelkan sebagai pelat dengan parameter yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Kekakuan lentur (EI)
- b. Kekakuan aksial (EA)
- c. Poisson's ratio (ν)
- d. Berat (w)

2. Kalkulasi

Tahap kalkulasi terdiri dari 4 tahap dimana tahap 1 adalah pemasangan pondasi tiang, tahap 2 pemasangan pile cap, tahap 3 pembebanan dan tahap 4 angka keamanan.

3. Output

Dari tahap calculation nanti akan keluar output nilai Σ -Msf yang akan digunakan untuk menghitung daya dukung tiang pancang.

2.2.5. Efisiensi kelompok tiang

Setelah memperoleh daya dukung tiang pancang tunggal menggunakan metode statis, dinamis, dan elemen hingga, langkah selanjutnya adalah mencari nilai efisiensi kelompok tiang dengan menggunakan Formula Converse-Labarre. Dengan demikian, nilai daya dukung tiang pancang untuk seluruh kelompok tiang akan dapat ditentukan.

2.2.6. Angka keamanan/safety factor (SF)

Angka keamanan dihitung dengan membagi daya dukung kelompok tiang dengan gaya yang diterapkan pada pondasi. Dari perhitungan ini, diperoleh nilai angka keamanan atau *safety factor* (SF).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

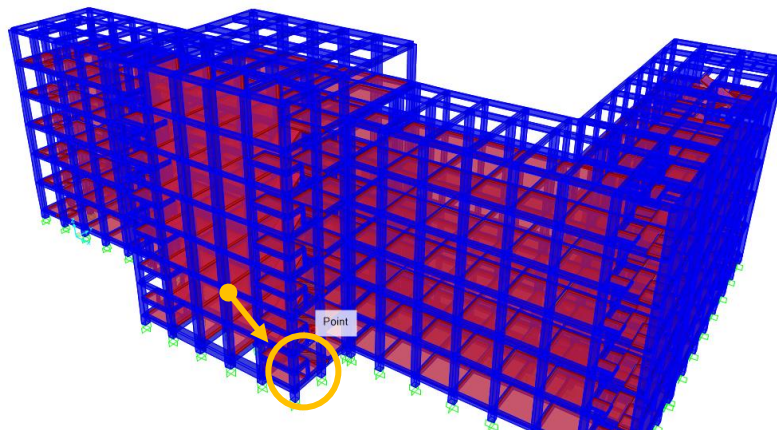
3.1. Data Teknik Tiang Pancang

Berikut adalah data teknis tiang pancang yang digunakan dalam penelitian ini:

Dimensi tiang pancang	= 25 cm x 25 cm
Panjang tiang pancang	= 6 m
Mutu beton tiang pancang	= K-500

3.2. Analisa Struktur

Dari hasil analisis pembebanan gedung SMPN 7 Negeri Tarakan dengan bantuan program SAP 2000 versi 19, didapatkan besarnya gaya yang berkerja untuk setiap titik pondasi. Adapun gaya maksimum dari struktur ini terletak pada *joint* 4508 yaitu pada titik pondasi B-19 sebesar 348,0686 ton.



Gambar 1 Titik yang menerima gaya terbesar

3.3. Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang

Perhitungan kapasitas daya dukung tiang pancang dilakukan dengan metode statis yang menggunakan data hasil pengujian sondir atau CPT (*Cone Penetration Test*), metode dinamis menggunakan data kalendering dan metode elemen hingga (MEH) menggunakan bantuan program plaxis sebagai berikut:

3.3.1. Kapasitas daya dukung tiang pancang metode statis

Berikut hasil merupakan hasil perhitungan daya dukung tiang pancang:

Tabel 5 Perhitungan daya dukung tiang pancang dengan metode Mayerhoff

Titik Sondir	qc (kg/cm ²)	Ap (cm ²)	JHL (kg/cm)	K (cm)	Q (ult) (ton)
S-1	105,45	625	1508,76	100	216,79
S-2	119,09	625	1774,30	100	251,86
S-3	145,91	625	1730,05	100	264,20

Titik Sondir	qc (kg/cm ²)	Ap (cm ²)	JHL (kg/cm)	K (cm)	Q (ult) (ton)
S-4	105,00	625	1888,97	100	254,52
S-5	90,45	625	3132,19	100	369,75

Dari table perhitungan metode Mayerhoff diatas dapat dilihat bahwa nilai daya dukung terbesar terdapat pada titik sondir S-5 sedangkan untuk nilai daya dukung terkecil terdapat pada titik sondir S-1.

Tabel 6 Perhitungan daya dukung tiang pancang dengan metode Aoki de Alencar

Titik Sondir	qca (kg/cm ²)	qc (side) (kg/cm ²)	Qb (ton)	Qs (ton)	Qu (ton)
S-1	180,0	42,18	64,29	18,22	82,51
S-2	176,7	46,13	63,10	21,77	84,87
S-3	185,0	54,00	66,07	27,65	93,72
S-4	175,0	44,05	62,50	29,60	92,10
S-5	113,3	54,98	40,48	43,98	84,46

Dari table perhitungan metode Aoki de Alancar diatas dapat dilihat bahwa nilai daya dukung terbesar terdapat pada titik sondir S-3 dan nilai terkecil terdapat pada titik sondir S-1.

3.3.2. Kapasitas daya dukung tiang pancang metode dinamis

Analisis kapasitas daya dukung tiang pancang dengan metode dinamis menggunakan data hasil pengujian dilapangan berupa parameter tiang yaitu data kalendering. Data kalendering yang digunakan adalah pada titik pondasi yang menerima gaya paling besar. Berdasarkan hasil analisa struktur, titik yang menerima gaya terbesar yaitu pada titik 4508. Berdasarkan denah pondasi, titik tersebut berada di titik pancang blok B tepatnya pada titik B-19.

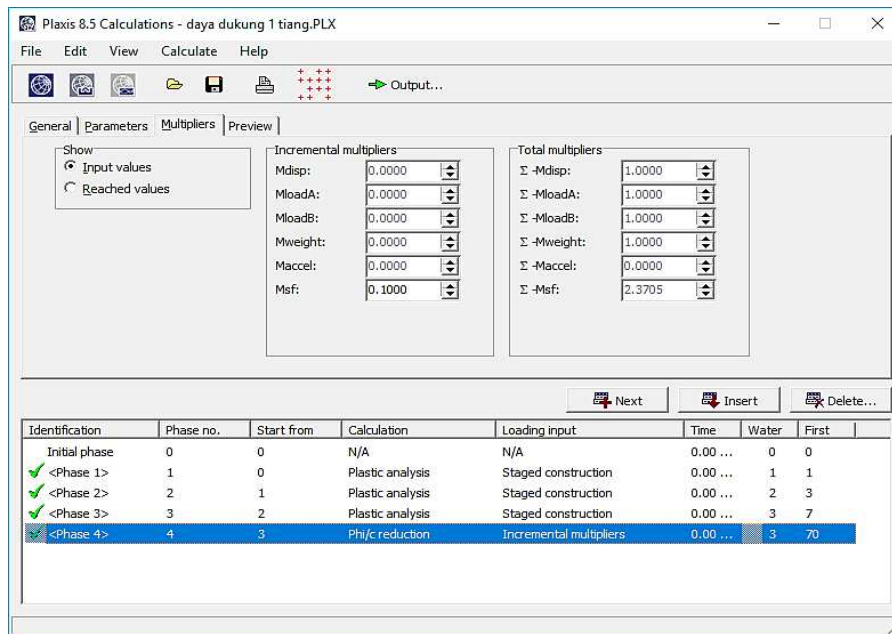
Tabel 7 Perhitungan daya dukung tiang pancang dengan metode dinamis

No	Titik Pancang	Panjang Tiang Tertanam (L) (m)	Berat Tiang Pancang (Wp) (ton)	Penetrasi (S) (m)	Daya Dukung Ultimit (Qu)		
					Hilley (ton)	ENR (ton)	Janbu (ton)
1	B-19-I	29	4,35	0,0017	132,885	249,392	95,463
2	B-19-H	29,5	4,425	0,0015	136,198	260,379	95,693
3	B-19-G	23	3,45	0,0025	128,095	226,050	103,292
4	B-19-D	29	4,35	0,0015	136,974	261,861	96,672
5	B-19-E	23	3,45	0,0015	147,802	282,563	110,602
6	B-19-F	29,5	4,425	0,0017	132,133	247,980	94,505
7	B-19-C	29	4,35	0,0007	156,198	327,327	101,672
8	B-19-B	29	4,35	0,0009	150,903	308,072	100,397
9	B-19-A	29,5	4,425	0,0012	142,789	281,491	97,506

Dari Tabel 7 hasil perhitungan daya dukung tiang pancang metode dinamis diatas, dapat dilihat bahwa nilai daya dukung terbesar yaitu pada titik kalendering B-19-C dengan metode *Engineering New Record* (ENR) sebesar 327,327 ton. dan daya dukung terkecil pada titik kalendering B-19-F dengan metode Janbu sebesar 94,505 ton.

3.3.3. Kapasitas daya dukung tiang pancang metode elemen hingga (MEH)

Analisis kapasitas daya dukung tiang pancang dengan metode elemen hingga didapatkan hasil Σ -Msf sebesar 2,3705. Nilai Σ -Msf ini kemudian dikalikan dengan daya dukung dari tiang pancang tunggal titik B-19-G yang sebelumnya sudah didapatkan dari perhitungan daya dukung tiang menggunakan metode dinamis. Diambil titik B-19-G karena di titik ini yang memiliki panjang tiang paling kecil.



Gambar 2 Output dari program plaxis

Dari hasil diatas maka didapatkan nilai daya dukung ultimit pada titik B-19-G sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q_u &= \Sigma -Msf \times Q_u \\ &= 2,3705 \times 128,095 \\ &= 303,649 \text{ ton} \end{aligned}$$

3.4. Efisiensi Kelompok Tiang

Setelah mendapatkan daya dukung tiang tunggal kemudian dihitung efisiensi kelompok tiang, kemudian akan dihitung kapasitas dari kelompok tiang tersebut

$$\begin{aligned} E_g &= 1 - \theta \left[\frac{(n' - 1)m + (m - 1)n'}{90 \times m \times n'} \right] \\ &= 1 - 21,8 \left[\frac{(3 - 1)3 + (3 - 1)3}{90 \times 3 \times 3} \right] \\ &= 1 - 21,8 \left[\frac{6 + 6}{810} \right] \\ &= 1 - 0,3230 \\ &= 0,677 \end{aligned}$$

Setelah didapatkan nilai efisiensi kelompok tiang kemudian dihitung kapasitas kelompok tiang. Berikut hasil perhitungan daya dukung kelompok tiang:

Tabel 8. Daya dukung kelompok tiang berdasarkan metode statis

Data	Metode	Daya dukung ultimit (ton)	Efisiensi	Jumlah tiang	Daya dukung group (ton)
S-1	Mayerhoff	216,79	0,677	9	1320,9
	Aoki de Alacer	82,51			502,73
S-2	Mayerhoff	251,86	0,677	9	1534,63
	Aoki de Alacer	84,87			517,13
S-3	Mayerhoff	264,20	0,677	9	1609,80
	Aoki de Alacer	93,72			571,05
S-4	Mayerhoff	254,52	0,677	9	1550,84
	Aoki de Alacer	92,10			561,18
S-5	Mayerhoff	369,75	0,677	9	2252,96
	Aoki de Alacer	84,46			514,63

Dari Tabel 8 dapat dilihat bahwa daya dukung kelompok tiang pancang terbesar pada titik sondir S-5 metode Mayerhoff sebesar 2252,96 ton sedangkan daya dukung kelompok yang terkecil pada titik sondir S-1 metode Aoki de Alencar yaitu 502,73 ton.

Tabel 9. Daya dukung kelompok tiang berdasarkan metode dinamis

Data	Metode	Daya dukung ultimit (ton)	Efisiensi	Jumlah tiang	Daya dukung kelompok (ton)
B-19-I	Hilley	132,885	0,677	9	809,69
	ENR	249,392			1519,58
	Janbu	95,463			581,67
B-19-H	Hilley	136,198	0,677	9	829,88
	ENR	260,379			1586,53
	Janbu	95,693			583,07
B-19-G	Hilley	128,095	0,677	9	780,50
	ENR	226,050			1377,36
	Janbu	103,292			629,37
B-19-D	Hilley	136,974	0,677	9	834,60
	ENR	261,861			1595,56
	Janbu	96,672			589,03
B-19-E	Hilley	147,802	0,677	9	900,58
	ENR	282,563			1721,70
	Janbu	110,602			673,92
B-19-F	Hilley	132,133	0,677	9	805,10
	ENR	247,980			1510,98
	Janbu	94,505			575,83
B-19-C	Hilley	156,198	0,677	9	951,74
	ENR	327,327			1994,45
	Janbu	101,672			619,50
B-19-B	Hilley	150,903	0,677	9	919,47
	ENR	308,072			1877,13
	Janbu	100,397			611,73
B-19-A	Hilley	142,789	0,677	9	870,03
	ENR	281,491			1715,16
	Janbu	97,506			594,12

Dari Tabel 9 dapat dilihat bahwa daya dukung kelompok tiang pancang terbesar pada titik B-19-C metode Engineering New Record (ENR) sebesar 1994,45 ton sedangkan daya dukung kelompok yang terkecil pada titik B-19-F metode Janbu yaitu 575,83 ton, selanjutnya dengan cara perhitungan yang serupa didapatkan daya dukung kelompok tiang pancang dengan menggunakan hasil analisa dengan metode elemen hingga adalah sebesar 1850,18 ton pada titik B-19-G.

3.5. Faktor Keamanan/safety factor (SF)

Daya dukung kelompok dibagi besarnya gaya yang bekerja maka didapatkan nilai *safety factor*. Adapun hasilnya dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Nilai *safety factor* berdasarkan metode statis

Data	Metode	Daya dukung ultimit (ton)	Efisiensi	Jumlah Tiang	Daya dukung kelompok (ton)	Safety Factor
S-1	Mayerhoff	216,79	0,677	9	1320,9	3,79
	Aoki de Alancer	82,51			502,73	1,44
S-2	Mayerhoff	251,86	0,677	9	1534,63	4,41
	Aoki de Alancer	84,87			517,13	1,49
S-3	Mayerhoff	264,20	0,677	9	1609,80	4,62
	Aoki de Alancer	93,72			571,05	1,64

Data	Metode	Daya dukung ultimit (ton)	Efisiensi	Jumlah Tiang	Daya dukung kelompok (ton)	Safety Factor
S-4	Mayerhoff	254,52	0,677	9	1550,84	4,46
	Aoki de Alancer	92,10			561,18	1,61
S-5	Mayerhoff	369,75	0,677	9	2252,96	6,47
	Aoki de Alancer	84,46			514,63	1,48

Dari Tabel 10 dapat dilihat bahwa nilai SF terbesar adalah pada titik sondir S-5 metode Mayerhoff yaitu 6,47. Sedangkan nilai SF terkecil pada titik sondir S-1 metode Aoki de Alancer yaitu 1,44.

Tabel 11 Nilai safety factor berdasarkan metode dinamis

Data	Metode	Daya dukung ultimit (ton)	Efisiensi	Jumlah tiang	Daya dukung kelompok (ton)	Safety Factor
B-19-I	Hilley	132,885	0,677	9	809,69	2,33
	ENR	249,392			1519,58	4,37
	Janbu	95,463			581,67	1,67
B-19-H	Hilley	136,198	0,677	9	829,88	2,38
	ENR	260,379			1586,53	4,56
	Janbu	95,693			583,07	1,68
B-19-G	Hilley	128,095	0,677	9	780,50	2,24
	ENR	226,050			1377,36	3,96
	Janbu	103,292			629,37	1,81
B-19-D	Hilley	136,974	0,677	9	834,60	2,40
	ENR	261,861			1595,56	4,58
	Janbu	96,672			589,03	1,69
B-19-E	Hilley	147,802	0,677	9	900,58	2,59
	ENR	282,563			1721,70	4,95
	Janbu	110,602			673,92	1,94
B-19-F	Hilley	132,133	0,677	9	805,10	2,31
	ENR	247,980			1510,98	4,34
	Janbu	94,505			575,83	1,65
B-19-C	Hilley	156,198	0,677	9	951,74	2,73
	ENR	327,327			1994,45	5,73
	Janbu	101,672			619,50	1,78
B-19-B	Hilley	150,903	0,677	9	919,47	2,64
	ENR	308,072			1877,13	5,39
	Janbu	100,397			611,73	1,76
B-19-A	Hilley	142,789	0,677	9	870,03	2,50
	ENR	281,491			1715,16	4,93
	Janbu	97,506			594,12	1,71

Dari Tabel 11 dapat dilihat bahwa nilai SF yang terbesar pada titik B-19-C metode ENR yaitu 5,73. Sedangkan nilai SF yang terkecil pada titik B-19-F metode Janbu yaitu 1,65. Dari metode elemen hingga dengan bantuan program Plaxis didapatkan angka keamanan sebesar 5,32.

4. KESIMPULAN

Perhitungan daya dukung tiang pancang menggunakan metode statis, metode dinamis dan metode elemen hingga (MEH). Dari hasil perhitungan daya dukung tiang pancang dengan metode statis didapatkan nilai terbesar pada titik sondir S-5 metode mayerhoff sebesar 2252,96 ton dan terkecil pada titik sondir S-1 metode Aoki de Alencar sebesar 502,73 ton. Dengan metode dinamis didapatkan nilai terbesar pada titik kalendering B-19-C metode *Engineering New Record* sebesar 1994,45 ton dan nilai terkecil pada titik kalendering B-19-F metode Janbu sebesar 575,831 ton. Dan perhitungan dengan metode elemen hingga pada adalah sebesar 1850,18 ton. Setelah didapatkan nilai daya dukung tiang

pancang kelompok kemudian dihitung nilai angka keamanan. Angka keamanan/*safety factor* (SF) pada metode statis menghasilkan nilai *safety factor* terbesar pada titik S-5 dengan perhitungan metode Mayerhoff sebesar 6,47 dan nilai *safety factor* yang terkecil pada titik sondir S-1 dengan perhitungan metode Aoki de Alancier sebesar 1,44. Pada metode dinamis didapatkan nilai *safety factor* terbesar pada titik B-19-C metode perhitungan *Engineering New Record* sebesar 5,73 dan nilai *safety factor* terkecil pada titik B-19-F perhitungan Janbu yaitu 1,65. Dan untuk perhitungan metode elemen hingga (MEH) didapatkan nilai *safety factor* sebesar 5,32.

DAFTAR PUSTAKA

Data Pokok Pendidikan Dasar dan Menengah [online].

(<http://dapo.dikdasmen.kemdikbud.go.id/sp/2/346000>, diakses 28 September 2018).

Hardiyatmo, H. C. 2008. Teknik Pondasi 2. Beta Offset, Yogyakarta.

Hardiyatmo, H. C 2014. Analisis dan Perancangan Fondasi I. (Edisi ketiga). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Randyanto., Seftian, E. 2015. Analisis Daya Dukung Tiang Pancang dengan Menggunakan Metode Static dan Calendaring (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Manado Town Square 3). Jurnal Sipil Statik, Manado Vol.3, No. 9, hal 631 - 643.

Santoso., Dwi, R 2017. Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Statis dan Dinamis pada Bendungan Gerak Sembayat Gresik. Jurnal Civilla, Lamongan Vol.3, No. 1, hal 2503 – 2399.

Sosrodarsono, S., Nakazawa, K. 2002. Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.

Sugesti, T. F., Surjandari, N. S., Djarwanti, S. 2017. Perbandingan Daya Dukung Pondasi Minipile dan Sumuran menggunakan Metode Mayerhof, LCPC, dan Aoki dan De Alencer. Jurnal Matriks Teknik Sipil, Surakarta, hal 1306-1314.