

STUDI PERBANDINGAN DESAIN PONDASI RAKIT (*MAT FOUNDATION*) DENGAN MENGGUNAKAN METODE KEKAKUAN KONVENSIONAL DAN METODE MODULUS REAKSI TANAH DASAR

Donald Tri

NRP: 0921056

Pembimbing: Ir. IBRAHIM SURYA, M.Eng.

ABSTRAK

Dalam mendesain pondasi rakit perlu diketahui jenis tanah yang ada di bawahnya dan beban yang dipikul oleh pondasi rakit tersebut. Tujuannya adalah agar pondasi rakit yang didesain dapat stabil terhadap berbagai keruntuhan dan besar penurunan yang terjadi lebih kecil dari penurunan yang diijinkan. Beban yang dipikul oleh pondasi rakit berasal dari beban struktur di atasnya dan berat sendiri dari pelat tersebut. Penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk menganalisis penurunan tanah dan respons tegangan tanah yang terjadi pada pondasi rakit dengan menggunakan perhitungan manual dengan menggunakan metode kekakuan konvensional dan dengan menggunakan metode kekakuan konvensional serta menggunakan metode modulus koefisien reaksi tanah dasar pada program ELPLA 9.2.

Pada penelitian ini pondasi rakit yang direncanakan mempunyai dimensi sebesar 76 x 96 ft, tebal pelat pondasi rakit ini ditentukan dari perhitungan manual dengan menggunakan metode kekakuan konvensional. Perencanaan pondasi rakit ini juga dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak ELPLA 9.2.

Dari penelitian yang dilakukan, diperoleh suatu kesimpulan bahwa pondasi rakit yang direncanakan dengan dimensi sebesar 76 x 96 ft, menggunakan perhitungan manual dan menggunakan perangkat lunak ELPLA 9.2, aman terhadap penurunan dan respon tegangan tanah yang diijinkan.

Kata kunci: Pondasi rakit, penurunan pondasi, tegangan pada tanah, kekakuan konvensional.

COMPARATIVE STUDY DESIGN OF RAFT FOUNDATION (MAT FOUNDATION) BY USING CONVENTIONAL RIGID METHOD AND SUBGRADE REACTION MODULUS METHOD

Donald Tri

NRP: 0921056

Thesis Supervisor: Ir. IBRAHIM SURYA, M.Eng.

ABSTRACT

In designing raft foundation, it is of great importance to know the type of the soil under the foundation and the loads that will be endured by the raft foundation. The purpose of it is that the designed raft foundation could be stable enough for variois collapses and the amount of reduction is smaller than the permitted degradation. The loads borne by the raft foundation comes from the load of structure above it and the load of the plate itself. The purpose of this final assignment research is to analyze the soil degradation and the respond of soil tension on the raft foundation by using manual calculation using the conventional rigid method as well as the coefficient sub-grade reaction in the ELPLA 9.2 program.

In this research, the dimension of the planned raft foundation is 76 x 96 feet; the thickness of this raft foundation is determined by the manual calculation by using the conventional rigid method. The planning of raft foundation is planned by using the software ELPLA 9.2.

From this research, we can get a conclusion that the planned 76 x 96 feet raft foundation's dimension calculated by manual calculation and software ELPLA 9.2 is save from the degradation and the permitted soil pressure

Keyword: *raft foundation, foundation degradation, soil pressure, conventional rigid.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN TUGAS AKHIR.....	iii
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN.....	iv
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR.....	v
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR NOTASI.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	2
1.3 Ruang Lingkup Pembahasan.....	2
1.4 Sistematika Penulisan.....	3
1.5 Diagram Alir.....	4
BAB II STUDI PUSTAKA.....	5
2.1 Pendahuluan.....	5
2.1.1 Jenis umum pondasi rakit.....	6
2.1.2 Manfaat pondasi rakit.....	7
2.2 Tinjauan Model tanah.....	7
2.2.1 Model tanah pegas (Winkler).....	7
2.2.2 Pemodelan elastik untuk tanah menerus (<i>elastic continuum soil models</i>).....	7
2.3 Pengaruh kekakuan struktur.....	8
2.4 Desain Konvensional Pondasi Rakit (<i>Conventional design of raft foundations</i>).....	8
2.4.1 Prosedur desain untuk pondasi rakit (<i>Design procedure for raft foundations</i>).....	8
2.5 Kriteria rancangan tahanan geser.....	10
2.5.1 Pendahuluan.....	10
2.5.2 ACI 318-89.....	10
2.6 Metode rancangan pondasi rakit (<i>Design methods of raft foundations</i>).....	16
2.6.1 Metode kekakuan konvensional (<i>Conventional rigid method</i>).....	17
2.6.2 Metode model pegas tanah Winkler (<i>Methods using Winkler spring soil model</i>).....	18
2.6.2.1 Evaluasi koefisien dari reaksi tanah dasar (<i>Evaluation of coefficient of subgrade reaction</i>).....	19
2.6.2.2 Metode perkiraan fleksibilitas (<i>Approximate flexible method</i>).....	23
2.6.2.3 Metode elemen terbatas (<i>Finite element method, FEM</i>).....	26
2.7 Kriteria rancangan untuk penurunan (<i>Design Criteria for Settlement</i>).....	27
2.7.1Pendahuluan.....	27

2.7.2 Definisi pergerakan pondasi (<i>Definitions of foundation movement</i>).....	28
2.7.3 Kriteria penurunan (<i>settlement criteria</i>).....	30

BAB III ANALISA PONDASI RAKIT DENGAN MENGGUNAKAN METODE KEKAKUAN KONVENSIONAL DAN MENGGUNAKAN METODE MODULUS REAKSI TANAH DASAR PADA ELPLA 9.2.....

3.1 Perhitungan respon tegangan pada pelat.....	35
3.1.1 Menentukan ketebalan pelat pada pondasi rakit.....	42
3.1.2 perhitungan rata-rata reaksi pada tanah.....	43
3.1.3 Persyaratan Penulangan.....	45
3.2 Analisa pondasi rakit berdasarkan program ELPLA 9.2 dengan menggunakan metode kekakuan konvensional dan koefisien modulus reaksi tanah dasar.....	48
3.2.1 Pemodelan dalam ELPLA 9.2	48
3.2.2. Teori ELPLA 9.2.....	48
3.2.3 Penginputan Data pada ELPLA 9.2 berdasarkan metode kekakuan konvensional.....	49
3.2.4 Pemodelan bentuk bangunan.....	53
3.2.4.1 menentukan properti tanah pada ELPLA 9.2.....	55
3.2.4.2 Menentukan properti pondasi pada ELPLA 9.2.....	55
3.2.4.3 Menentukan dimensi kolom dan beban pada pada pondasi Rakit.....	58
3.3 Hasil dan analisis.....	59
3.3.1 <i>Output</i> dari ELPLA dengan menggunakan metode kekakuan konvensional.....	59
3.3.1.1 Hasil penggambaran grafik bidang momen dan shear dari ELPLA 9.2.....	60
3.3.1.2 Hasil penggambaran grafik tegangan yang terjadi pada pelat dari ELPLA 9.2.....	68
3.3.1.3 Hasil penggambaran grafik penurunan yang terjadi pada pelat dari ELPLA 9.2.....	76
3.4 Penginputan Data pada ELPLA 9.2 berdasarkan metode dari modulus reaksi tanah dasar.....	84
3.4.1 Hasil penggambaran grafik penurunan dari ELPLA 9.2.....	88
3.4.2 Hasil penggambaran grafik tegangan dari ELPLA 9.2.....	96
3.4.3 Hasil analisis metode kekakuan dan metode modulus reaksi tanah dasar.....	104
3.5 Perancangan perhitungan tegangan pada tanah	106
3.5.1 Perbandingan respon tegangan tanah dan penurunan	108

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN.....

4.1 Kesimpulan.....	115
4.2 Saran.....	116
Daftar Pustaka.....	117
Lampiran.....	118

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Jenis pondasi pelat	5
Gambar 2.2	Pemodelan tanah: (a) model tanah pegas; (b) model elastis tanah menerus.....	8
Gambar 2.3	Daerah pembebanan (<i>tributary area</i>) dan bagian kritis untuk gaya geser pada pelat kolom(Portland Cement Association, 1990)	12
Gambar 2.4	Kekuatan geser pada pelat tanpa tulangan geser: efek dari perbandingan sisi panjang ke sisi pendek dari beban yang dipusatkan β_c (Portland Cement Association, 1990)	14
Gambar 2.5	Kuat geser pelat tanpa penulangan geser : efek perbandingan batas kritis pada keliling β_o (Portland Cement Association, 1990).....	15
Gambar 2.6	Tekanan tanah di bawah pondasi rakit yang kaku.....	19
Gambar 2.7	Metode prorating k_s untuk membuat simpul pegas untuk persegi dan segitiga (Bowles 1988).....	20
Gambar 2.8	Fungsi untuk pergeseran, momen dan lendutan (Hetenyi, 1946).....	25
Gambar 2.9	Sudut geser ϕ	25
Gambar 2.10	Idealisasi struktural dari pondasi rakit dan tanah penopang (Teng, 1975).....	26
Gambar 2.11	Elemen pelat yang tegak lurus (Teng, 1975).....	27
Gambar 2.12	Gaya internal dari sebuah elemen (Teng, 1975).....	27
Gambar 2.13	Definisi mengenai pergerakan pondasi (Burland et al. 1977).....	29
Gambar 3.1	Perencanaan Pondasi Rakit dengan beban mati dan beban hidup.....	36
Gambar 3.2	Titik tinjau perhitungan tegangan pada kolom.....	39
Gambar 3.3	Gambar 3.3 batas kolom kritis.....	43
Gambar 3.4	Diagram beban, tegangan, dan momen pada jalur BCDKLM.....	46
Gambar 3.5	Gambar penampang (a).penampang persegi, (b) asumsi distribusi tegangan pada penampang.....	46
Gambar 3.6	Tampilan perangkat Lunak ELPLA 9.2.....	49
Gambar 3.7	Gambar 3.7 tampilan model awal ELPLA.....	49

Gambar 3.8	Jenis-jenis analisis pada ELPLA 9.2.....	50
Gambar 3.9	Metode perhitungan pada ELPLA 9.2.....	51
Gambar 3.10	Sistim simetri pada ELPLA 9.2.....	52
Gambar 3.11	<i>Option</i> pada ELPLA 9.2.....	52
Gambar 3.12	Identifikasi proyek pada ELPLA 9.2.....	53
Gambar 3.13(a)	Jenis-jenis pelat dengan metode kekakuan konvensional pada ELPLA 9.2.....	54
Gambar 3.13(b)	Jenis generasi untuk persegi (square), persegi panjang (rectangular), dan tidak beraturan(irregular slabs) dengan metode kekakuan konvensional pada ELPLA 9.2.....	54
Gambar 3.13(c)	Jaringan kartesian dengan metode kekakuan konvensional pada ELPLA 9.2.....	55
Gambar 3.14	Menentukan muka air tanah dengan metode kekakuan konvensional pada ELPLA 9.2.....	55
Gambar 3.15(a)	Berat beton bertulang dengan metode kekakuan konvensional pada ELPLA 9.2.....	56
Gambar 3.15(b)	Menentukan ketebalan pondasi dengan metode kekakuan konvensional pada ELPLA 9.2.....	56
Gambar 3.15(c)	Menentukan elemen pondasi yang digunakan dengan metode kekakuan konvensional pada ELPLA 9.2.....	57
Gambar 3.15(d)	Parameter kode desain dengan metode kekakuan konvensional pada ELPLA 9.2.....	58
Gambar 3.16(a)	Menentukan ketebalan kolom dengan metode kekakuan konvensional pada ELPLA 9.2.....	58
Gambar 3.16(b)	Penentuan letak kolom dan beban dengan metode kekakuan konvensional pada ELPLA 9.2.....	59
Gambar 3.17	(a) Tinjau pada jarak x 2ft, (b) diagram momen pada ELPLA, (c) diagram shear pada ELPLA.....	61
Gambar 3.18	(a) Tinjau pada jarak x 26 ft, (b) diagram momen pada ELPLA, (c)diagram shear pada ELPLA.....	63
Gambar 3.19	(a) Tinjau pada jarak x 50 ft, (b) diagram momen pada ELPLA, (c) diagram shear pada ELPLA.....	65

Gambar 3.20	(a) Tinjau pada jarak x 74 ft, (b) diagram momen pada ELPLA, (c) diagram shear pada ELPLA.....	67
Gambar 3.21	(a) Tinjau pada jarak x 2 ft, (b)diagram tegangan pelat pada ELPLA.....	68
Gambar 3.22	(a) Tinjau pada jarak x 26 ft, (b)diagram tegangan pelat pada ELPLA.....	70
Gambar 3.23	(a) Tinjau pada jarak x 50 ft, (b)diagram tegangan pelat pada ELPLA.....	72
Gambar 3.24	(a) Tinjau pada jarak x 74 ft, (b)diagram tegangan pelat pada ELPLA.....	74
Gambar 3.25	(a) Tinjau pada jarak x 2 ft, (b) diagram penurunan pelat pada ELPLA....	76
Gambar 3.26	(a) Tinjau pada jarak x 26 ft, (b)diagram penurunan pelat pada ELPLA....	78
Gambar 3.27	(a) Tinjau pada jarak x 50 ft, (b)diagram penurunan pelat pada ELPLA....	80
Gambar 3.28	(a) Tinjau pada jarak x 74 ft, (b)diagram penurunan pelat pada ELPLA...	82
Gambar 3.29	Metode perhitungan dengan metode modulus koefisien reaksi tanah dasar pada ELPLA 9.2.....	84
Gambar 3.30	Data tanah dengan metode dengan metode modulus koefisien reaksi tanah dasar pada ELPLA 9.2.....	86
Gambar 3.31	Properti tanah dengan metode dengan metode modulus koefisien reaksi tanah dasar pada ELPLA 9.2 pada ELPLA 9.2.....	87
Gambar 3.32	Faktor daya dukung tanah dengan metode modulus koefisien reaksi tanah dasar pada ELPLA 9.2.....	87
Gambar 3.33	(a) Tinjau pada jarak y 2 ft, (b)diagram penurunan pelat pada ELPLA.....	88
Gambar 3.34	(a) Tinjau pada jarak y 26 ft, (b)diagram penurunan pelat pada ELPLA...	90
Gambar 3.35	(a) Tinjau pada jarak y 50 ft, (b)diagram penurunan pelat pada ELPLA...	92
Gambar 3.36	(a)Tinjau pada jarak y 74 ft, (b)diagram penurunan pelat pada ELPLA....	94
Gambar 3.37	(a) Tinjau pada jarak y 2 ft, (b)diagram tegangan pelat pada ELPLA.....	96
Gambar 3.38	(a) Tinjau pada jarak y 26 ft, (b)diagram tegangan pelat pada ELPLA.....	98
Gambar 3.39	(a) Tinjau pada jarak y 50 ft, (b)diagram tegangan pelat pada ELPLA...	100
Gambar 3.40	(a) Tinjau pada jarak y 74 ft, (b)diagram tegangan pelat pada ELPLA....	102

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Nilai umum untuk koefisien reaksi tanah dasar untuk tipe tanah berpasir dan tanah lempung.....	22
Tabel 2.2	Membatasi perputaran relatif seperti yang disarankan oleh Bjerrum (1963) (Wahls, 1981).....	32
Tabel 2.3	Kriteria penurunan: 1955 U.S.S.R Building Code (Wahls, 1981).....	33
Tabel 2.4	Penurunan rata-rata yang diperbolehkan untuk tipe bangunan yang berbeda-beda (Wahls, 1981).....	33
Tabel 2.5	Membatasi nilai dari perputaran relatif dan perbandingan lendutan dari struktur (setelah Tomlinson, 1986).....	34
Tabel 3.1	Hasil tegangan pada tanah pada tiap titik tepi.....	38
Tabel 3.2	Hasil tegangan pada tanah untuk titik kolom.....	39
Tabel 3.3	Hasil penurunan pada tanah untuk titik kolom dan tepi.....	41
Tabel 3.4	Tegangan tanah jarak 2 ft pada ELPLA.....	69
Tabel 3.5	Tegangan tanah jarak 26 ft pada ELPLA.....	71
Tabel 3.6	Tegangan tanah jarak 50 ft pada ELPLA.....	73
Tabel 3.7	Tegangan pelat jarak 74 ft pada ELPLA.....	75
Tabel 3.8	Penurunan pelat jarak 2 ft pada ELPLA.....	77
Tabel 3.9	Penurunan pelat jarak 26 ft pada ELPLA.....	79
Tabel 3.10	Penurunan pelat jarak 50 ft pada ELPLA.....	81
Tabel 3.11	Penurunan pelat jarak 74 ft pada ELPLA.....	83
Tabel 3.12	Data tanah untuk tipe tanah pasir padat sedang.....	85
Tabel 3.13	Modulus kompresibilitas tanah.....	85
Tabel 3.14	Faktor reduksi penurunan pada ELPLA.....	86
Tabel 3.15	Penurunan pelat jarak 2 ft pada ELPLA.....	89
Tabel 3.16	Penurunan pelat jarak 26 ft pada ELPLA.....	91

Tabel 3.17	Penurunan pelat jarak 50 ft pada ELPLA.....	93
Tabel 3.18	Penurunan pelat jarak 74 ft pada ELPLA.....	95
Tabel 3.19	Tegangan pelat jarak 2 ft pada ELPLA.....	97
Tabel 3.20	Tegangan pelat jarak 26 ft pada ELPLA.....	99
Tabel 3.21	Tegangan pelat jarak 50 ft pada ELPLA.....	101
Tabel 3.22	Tegangan pelat jarak 74 ft pada ELPLA.....	103
Tabel 3.23	Hasil penurunan dengan metode kekakuan konvensional dan metode modulus reaksi tanah dasar pada titik kolom dari ELPLA 9.2.....	104
Tabel 3.24	Hasil tegangan dengan metode kekakuan konvensional dan metode modulus reaksi tanah dasar pada titik kolom dari ELPLA 9.2.....	105
Tabel 3.25	Perhitungan tegangan dari hasil analisis penurunan terhadap metode kekakuan konvensional.....	106
Tabel 3.26	Perhitungan tegangan dari hasil analisis penurunan terhadap metode modulus reaksi tanah dasar.....	107
Tabel 3.27	Perbandingan tegangan tanah dengan menggunakan metode kekakuan konvensional dari perhitungan secara manual dan hasil analisis pada ELPLA 9.2.....	108
Tabel 3.28	Perbandingan tegangan tanah dengan menggunakan metode kekakuan konvensional dari perhitungan secara manual dan hasil analisis pada ELPLA 9.2.....	110
Tabel 3.29	Perbandingan penurunan tanah dari perhitungan secara manual dan hasil analisis pada ELPLA 9.2.....	112
Tabel 3.30	Perbandingan penurunan tanah dari perhitungan secara manual dan hasil analisis pada ELPLA 9.2.....	113

DAFTAR NOTASI

A_v	Daerah tulangan geser yang berada di pada jarak s
B	Lebar pondasi rakit (arah - x)
b_0	Batas pondasi pondasi rakit pada bagian kritis
b_w	Lebar pondasi, atau diameter pada pondasi melingkar
d	Kedalaman efektif
e_x	Eksentrisitas dari semua akibat gaya vertikal dengan memperhitungkan x - axes
e_y	Eksentrisitas dari semua akibat gaya vertikal dengan memperhitungkan y - axes
E_r	Modulus elastisitas pada beton, Mpa
f_c	Kuat tekan beton
I	Momen inersia
K_s	Konstanta pegas
k_s	Modulus reaksi tanah dasar kN/m ³
L_{AB}	Perkiraan kecacatan profil
M_r	Momen radial per satuan lebar, kgm/m
M_t	Momen tangensial per satuan lebar, kgm/m
p	Tekanan pada suatu titik pondasi
q	Tekanan pada tanah
q_a	Tegangan yang diijinkan
r_o	Jari-jari kekakuan efektif
S	Jarak penulangan geser yang se arah dengan penulangan yang membujur
t	Ketebalan pondasi rakit
u	Tekanan hidrostatik
V_c	Kekuatan nominal gaya geser yang diberikan oleh beton

V_n	Kekuatan nominal gaya geser
V_s	Kekuatan nominal gaya geser yang diakibatkan oleh penulangan geser
V_u	Gaya geser yang difaktorkan
w	Penurunan
β_c	Perbandingan sisi panjang ke sisi pendek dari beban yang dipusatkan
β_0	Perbandingan batas kritis pada keliling b_o dan kedalaman efektif d
α_s	Konstanta yang digunakan untuk menghitung V_c
α	Sudut regang
ϕ	Kekuatan faktor reduksi, 0.85
ϕV_n	Gaya geser $\phi(V_c + V_s)$
γ	Satuan berat volume kN/m ³
δ	Pergeseran secara vertikal di dalam tanah
μ_c	Possion rasio terhadap beton
\emptyset	Sudut geser
δ_p	Penurunan relatif
Φ_m	Perputaran
Δ	Lendutan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran L1	Tabel penurunan dan tegangan dari ELPLA.....	118
Lampiran L2	Gambar tabel penurunan dan tegangan yang terjadi pada kekakuan konvensional.....	123
Lampiran L3	Gambar tabel penurunan dan tegangan yang terjadi pada metode modulus reaksi tanah dasar.....	125
Lampiran L4	Gambar tabel penurunan dan tegangan dari perhitungan manual.....	127
Lampiran L5	Gambar tabel penurunan dari metode kekakuan konvensional dan tegangan yang di peroleh dari nilai $k_s = 61.112632 \text{ kip/ft}^3$	129
Lampiran L6	Gambar tabel penurunan dari metode modulus reaksi tanah dasar dan tegangan yang di peroleh dari nilai $k_s = 61.112632 \text{ kip/ft}^3$	131
Lampiran L7	Gambar penurunan secara merata pada ELPLA 9.2.....	133