UNIVERSITAS GADJAH MADA
Alternatif Desain Perbaikan Tanah Menggunakan Stone Column pada Proyek Refinery Development Master Plan RU-V Balikpapan
Alexander Sheva Handika, Prof. Dr. es.sc.tech. Ir. Ahmad Rifaâ€™i, M.T., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2023 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN iii
HALAMAN PENGESAHAN iv
HALAMAN PERNYATAAN v
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xii
INTISARI xiv
ABSTRACT xv

BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Perancangan 3
1.4 Batasan Perancangan 3
1.5 Manfaat Penelitian 3

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Penyelidikan Tanah 4
2.2 Daya Dukung Tanah 6
2.2.1 Kapasitas Dukung Terzaghi (1943) 6
2.2.2 Kapasitas Dukung dari Hasil Pengujian di Lapangan 7
2.3 Potensi Likuefaksi Pada Daerah Pesisir 8
2.4 Analisis Potensi Likuefaksi 9
2.4.1 Evaluasi Nilai *Peak Ground Acceleration* (PGA) 10
2.4.2 Evaluasi *Cyclic Stress Ratio* (CSR) 13
2.4.3 Evaluasi *Cyclic Resistance Ratio* (CRR) 14
2.4.4 *Safety Factor* (SF) 18
2.5 Metode Perbaikan Tanah dengan *Stone Column* 18
2.5.1 Perencanaan *Stone Column* 20
2.5.2 Daya Dukung *Stone Column* 22
2.6 Penurunan Tanah 24
2.6.1 Pembebanan *Hydrotest* 24

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Alternatif Desain Perbaikan Tanah Menggunakan Stone Column pada Proyek Refinery Development Master Plan RU-V Balikpapan
Alexander Sheva Handika, Prof. Dr. es.sc.tech. Ir. Ahmad Rifaâ€™i, M.T., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2023 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.6.2 Pemodelan *Software* Plaxis 8.6 24
2.6.3 Batasan Penurunan Tanah 27
2.7 Pembebanan Struktur Tangki 27
2.7.1 Beban Mati *(Dead Load)* 27
2.7.2 Beban Hidup *(Beban Hdup)* 27
2.7.3 Beban Angin *(Wind Load)* 27
2.7.4 Beban Gempa *(Seismic Load)* 28
2.7.5 Kombinasi Beban pada Struktur Tangki 33
2.8 Perancangan Fondasi *Ringwall* 33
2.8.1 Tegangan dan Momen yang Bekerja pada *Ringwall* 34
2.8.2 Penulangan Fondasi *Ringwall* 36
2.9 Kriteria Desain 37
2.10 Peraturan dan spesifikasi teknis 38
2.11 Perancangan sebelumnya 38
BAB 3 METODE PERANCANGAN 39
3.1 Lokasi Perancangan 39
3.2 Prosedur Perancangan 39
3.3 Alat Perancangan 41
3.4 Data Perancangan 41
3.4.1 Data Tanah 41
3.4.2 Data Tangki Bahan Bakar Minyak 43
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN 45
4.1 Intepretasi Lapisan Tanah 45
4.1.1 Potongan A-A’ 45
4.1.2 Potongan B-B’ 46
4.1.3 Potongan C-C’ 46
4.1.4 Potongan D-D’ 47
4.2 Analisis Desain Seismik 47
4.3 Analisis Perbaikan Tanah Dengan *SC* 49
4.3.1 Analisis Potensi Likuefaksi (N-SPT) 49
4.3.2 Analisis Potensi Likefaksi (CPT) 54
4.3.3 Perancangan Jarak dan Kedalaman *SC* 62
4.3.4 Analisi Daya Dukung Tanah 63

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Alternatif Desain Perbaikan Tanah Menggunakan Stone Column pada Proyek Refinery Development Master Plan RU-V Balikpapan
Alexander Sheva Handika, Prof. Dr. es.sc.tech. Ir. Ahmad Rifaâ€™i, M.T., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2023 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.3.5 Analisis Penurunan Tanah 66
4.3.6 Pembebanan *Hydrotest* 73
4.4 Perancangan Fondasi *Ringwall* 74
4.4.1 Asumsi Desain Awal 74
4.4.2 Perhitungan Beban 75
4.4.3 Tegangan dan Momen pada Fondasi *Ringwall* 82
4.4.4 Perkuatan Fondasi *Ringwall* 84
4.5 Metode Pelaksanaan Konstruksi (Badan Standardisasi Nasional, 2017) 87
4.5.1 Pekerjaan Persiapan 88
4.5.2 Pekerjaan Pemasangan *SC* dan Fondasi *Ringwall* 88
4.5.3 Pekerjaan Pemasangan Tangki 89
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN 90
5.1 Kesimpulan 90
5.2 Saran 91
DAFTAR PUSTAKA 92
LAMPIRAN 94

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Alternatif Desain Perbaikan Tanah Menggunakan Stone Column pada Proyek Refinery Development Master
Plan RU-V Balikpapan**
Alexander Sheva Handika, Prof. Dr. es.sc.tech. Ir. Ahmad Rifaâ€™i, M.T., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2023 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Korelasi nilai qc dengan kohesi *undrained* (Look, 2007) 5
Tabel 2.2 Korelasi nilai N-SPT dengan kohesi *undrained* (Look, 2007) 6
Tabel 2.3 Klasifikasi Situs (SNI 1726:2019) 10
Tabel 2.4 Koefisien Situs F_{PGA} (SNI 1726:2019) 11
Tabel 2.5 Faktor Koreksi *Standard Penetration Test* (Youd dkk., 2001) 15
Tabel 2.6 Tabel perkiraan modulus elastisitas tanah (Bowless, 1977) 23
Tabel 2.7 Batas Penurunan Tanah (SNI 8460:2017) 27
Tabel 2.8 Kombinasi Pembebanan Struktur Tangki 33
Tabel 2.9 Faktor beban untuk desain perkuatan (ACI 318) 35
Tabel 3.1 Alat perancangan sistem fondasi tangki bahan bakar minyak di proyek RDMP 41
Tabel 3.2 Data Teknis Tangki Bahan Bakar Minyak 43
Tabel 3.3 Parameter Gempa Balikpapan 44
Tabel 4.1 Klasifikasi situs BH-07 48
Tabel 4.2 Faktor koreksi N-SPT 49
Tabel 4.3 Rekapitulasi Potensi Likuefaksi Titik BH-07 53
Tabel 4.4 Rekapitulasi Potensi Likuefaksi pada Titik CPT 15 57
Tabel 4.5 Parameter Tanah pada Titik CPT-15 Kedalaman 1,5 m 64
Tabel 4.6 Faktor Daya Dukung Terzaghi dengan $\varphi = 28°$ (Terzaghi, 1943) 64
Tabel 4.7 Parameter Tanah pada Kedalaman 2,4 meter 65
Tabel 4.8 Fase Konstruksi Struktur Tangki 68
Tabel 4.9 Modulus elastisitas *cross section 2* 69
Tabel 4.10 Fase Konstruksi Struktur Tangki 71
Tabel 4.11 Evaluasi Penurunan Tanah pada *Cross Section 2* 72
Tabel 4.12 Asumsi Awal Fondasi *Ringwall* 74
Tabel 4.13 Parameter Tanah dan Spesifikasi Material 75
Tabel 4.14 Beban Mati Struktur Tangki 75
Tabel 4.15 Parameter Respons Spektrum 76
Tabel 4.16 Nilai Periode untuk Menentukan Nilai S_{ai} 77
Tabel 4.17 Nilai Periode untuk Menentukan Nilai S_{ac} 78
Tabel 4.18 Rangkuman Gaya – Gaya yang Bekerja 81
Tabel 4.19 Rangkuman Beban Terpakai 82
Tabel 4.20 Beban Untuk Momen Puntir 83

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Alternatif Desain Perbaikan Tanah Menggunakan Stone Column pada Proyek Refinery Development Master Plan RU-V Balikpapan
Alexander Sheva Handika, Prof. Dr. es.sc.tech. Ir. Ahmad Rifaâ€™i, M.T., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2023 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 4.21 Kebutuhan Penulangan *Hoop* dan Momen 86
Tabel 4.22 Kebutuhan Penulangan *Wall* Aktual 86
Tabel 4.23 Kebutuhan Penulangan *Footing* Aktual 87
Tabel 4.24 Hasil Penulangan yang Dipakai 87

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Alternatif Desain Perbaikan Tanah Menggunakan Stone Column pada Proyek Refinery Development Master
Plan RU-V Balikpapan**
Alexander Sheva Handika, Prof. Dr. es.sc.tech. Ir. Ahmad Rifaâ€™i, M.T., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2023 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kondisi Proyek RDMP 1
Gambar 2.1 Grafik hubungan antara lc dan FC (Robertson 1990) 4
Gambar 2.2 Grafik hubungan φ dengan $Nc, Nq,$ dan $N\gamma$ (Terzaghi, 1943) 7
Gambar 2.3 Peta Percepatan Puncak pada Probabilitas Terlampaui 20% dalam 10 tahun (PUSGEN, 2017) 11
Gambar 2.4 Peta Percepatan Puncak pada Probabilitas Terlampaui 10% dalam 50 tahun (PUSGEN, 2017) 12
Gambar 2.5 Peta Percepatan Puncak pada probabilitas terlampaui 2% untuk 50 tahun (PUSGEN, 2017) 12
Gambar 2.6 Hubungan antara CRR dan $(N_1)_{60}$ pada magnitude 7,5 Dengan variasi *fines content* (Idriss dan Boulanger 2008) 17
Gambar 2.7 Hubungan antara CRR dan q_{c1N} pada magnitude 7,5 dengan variasi *fines content* (Idriss dan Boulanger 2008) 17
Gambar 2.8 Mekanisme keruntuhan pada *SC* (FHWA, 1983) 19
Gambar 2.9 Pengaruh sisipan tanah lunak terhadap *SC* (FHWA, 1983) 19
Gambar 2.10 Diameter pengaruh unit cell *SC* (Han, 2015) 20
Gambar 2.11 Gaya – gaya pada struktur *SC* (Suherman, 1992) 22
Gambar 2.12 Pemodelan Regangan Bidang dan Axi-Simetri (Brinkgreve, 2007) 25
Gambar 2.13 Titik – Titik Nodal dan Tegangan pada Elemen Tanah 25
Gambar 2.14 Pemodelan *Stone Column* dengan lokal-*axisymmetric* 26
Gambar 2.15 Gaya Impulsif dan Konvektif (Barros, 2008) 28
Gambar 2.16 Koefisien Ci (API 650) 30
Gambar 2.17 Lengan momen pada tangki kondisi gempa (Zahra, 2019) 32
Gambar 2.18 Beban yang bekerja pada fondasi *ringwall* (PIP STE03020) 34
Gambar 2.19 Momen puntir pada fondasi *ringwall* (PIP STE03020, 2005) 35
Gambar 3.1 Bagan alir perancangan 40
Gambar 3.2 Titik Penyelidikan Tanah Pada Tangki Bahan Bakar Minyak 42
Gambar 4.1 Potongan Interpretasi Tanah 45
Gambar 4.2 Interpretasi Potongan A-A’ 45
Gambar 4.3 Interpretasi Potongan B-B’ 46
Gambar 4.4 Interpretasi Potongan C-C’ 46
Gambar 4.5 Interpretasi Potongan D-D’ 47

Alternatif Desain Perbaikan Tanah Menggunakan Stone Column pada Proyek Refinery Development Master
Plan RU-V Balikpapan
Alexander Sheva Handika, Prof. Dr. es.sc.tech. Ir. Ahmad Rifaâ€™i, M.T., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2023 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4.6 Percepatan Puncak Daerah Balikpapan 47
Gambar 4.7 Grafik Potensi Likuefaksi A-A' 58
Gambar 4.8 Grafik Potensi Likuefaksi B-B' 59
Gambar 4.9 Grafik Potensi Likuefaksi C-C' 60
Gambar 4.10 Grafik Potensi Likuefaksi D-D' 61
Gambar 4.11 Kondisi tanpa perbaikan tanah dan *ringwall* 63
Gambar 4.12 Kondisi dengan perkuatan *ringwall* 64
Gambar 4.13 Model geometri CPT-15 67
Gambar 4.14 Pembuatan *Mesh* pada titik CPT 15 67
Gambar 4.15 Pemodelan muka air tanah 68
Gambar 4.16 Deformasi tanah pada titik CPT 15 69
Gambar 4.17 Model geometri *cross section* 2 70
Gambar 4.18 Pembuatan *mesh* pada model *cross section* 2 70
Gambar 4.19 Pemodelan muka air tanah *cross section* 2 70
Gambar 4.20 Deformasi tanah pada *cross section 2* 71
Gambar 4.21 Grafik penurunan tanah pada *cross section* 2 72
Gambar 4.22 Grafik Derajat Konsolidasi 73
Gambar 4.23 Ilustrasi Asumsi Desain Awal *Ringwall* 74
Gambar 4.24 Tahapan pemasangan timbunan LTP (Menard, 2019) 88
Gambar 4.25 Pemasangan *SC* (Menard, 2019) 88
Gambar 4.26 Pelaksanaan Konstruksi *Ringwall* 89
Gambar 4.27 Fase Pembebanan *Hydrotest* (Menard, 2019) 89