Pengaruh Penggunaan Stone Column Terhadap Peningkatan Kepadatan Dan Daya Dukung Tanah Pasir
Bergradasi Buruk
Mersianty., Prof. Dr. es.sc.tech.Ir. Ahmad Rifa'i, M.T.,IPM.,ASEAN.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN ii
PERNYATAAN iv
KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI vi
DAFTAR TABEL ix
DAFTAR GAMBAR x
INTISARI xii
ABSTRACT xiii
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 5
1.3 Tujuan 6
1.4 Batasan Masalah 6
1.5 Manfaat Penelitian 9
1.6 Keaslian Penelitian 10
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 14
2.1 Klasifikasi dan Karakteristik Tanah Pasir 14
2.1.1 Hubungan Daya Dukung dan Penurunan Pada Pasir Bergradasi Buruk 15
2.1.2 Karakterisasi Pasir Melalui Uji Laboratorium dan Lapangan 17
2.2 Permasalahan Geoteknik Pasir Pada Fondasi *Ringwall* Tangki 20
2.3 *Stone Column* 23
2.3.1 Perkembangan Penelitian *Stone Column* 23
2.3.2 Teori Perencanaan *Stone Column* 25
2.4 Pemodelan Numerik *Stone column* 33
2.4.1 Geotechnical Model Sebagai Dasar Pemodelan *Stone Column* 34
2.4.2 Geometri Model *Stone column*, Kondisi Batas dan Ukuran Domain 35

Pengaruh Penggunaan Stone Column Terhadap Peningkatan Kepadatan Dan Daya Dukung Tanah Pasir
Bergradasi Buruk
Mersianty., Prof. Dr. es.sc.tech.Ir. Ahmad Rifa'i, M.T.,IPM.,ASEAN.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.5 Uji Plat Bearing 36

BAB 3 LANDASAN TEORI 39

3.1 Parameter Gradasi Butiran dan Karakteristik Mekanis Tanah Pasir 39

3.2 Teori Regangan, Tegangan dan Kuat Geser Tanah 40

3.2.1 Modulus Reaksi Tanah (*Secant Stiffness*) 44

3.2.2 Teori Penurunan Tanah dan Kriteria Layan pada Pondasi Tangki Minyak 46

3.3 Desain *Stone column* : Area Replacement Ratio dan Mekanisme Kinerja 47

3.4 Kalibrasi Parameter Tanah pada Model PLAXIS 2D Hardening Soil 51

BAB 4 METODE PENELITIAN 53

4.1 Pengumpulan Data dan Sampel 53

4.1.1 Interpretasi Data Tanah *In situ* 54

4.1.2 Data Teknis Tangki dan Pondasi *Ringwall* 56

4.1.3 Uji Pembebanan Plat Load Tes Lapangan 59

4.2 Model Konseptual dan Skala laboratorium 61

4.2.1 Alat dan Bahan Uji Laboratorium 64

4.2.2 Prosedur Uji Model Plat Load Tes Skala Laboratorium 69

4.3 Permodelan *Stone column* dengan Metode Numeris 71

BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN 75

5.1 Interpretasi Kondisi Tanah *In-Situ* Berdasarkan Uji SPT dan Uji CPT 75

5.1.1 Interpretasi Kondisi Tanah Berdasarkan Uji *Standard Penetration Test* (SPT) 75

5.1.2 Interpretasi Hasil Uji CPT 79

5.1.3 Interpretasi Kepadatan dan Daya Dukung Berdasarkan SPT dan CPT 85

5.2 Hasil Analisa Daya Dukung Tanah *In-situ* 87

5.2.1 Analisa Fondasi Tangki Tanpa *Stone Column* 87

5.2.2 Analisa Fondasi Tangki menggunakan *Stone Column* 91

5.3 Uji Eksperimen Permodelan *Stone Column* pada Tanah Pasir 95

5.3.1 Hasil Pengujian Sifat Mekanik Sampel Pasir dan Kolom Batu (*stone column*) 95

Pengaruh Penggunaan Stone Column Terhadap Peningkatan Kepadatan Dan Daya Dukung Tanah Pasir
Bergradasi Buruk
Mersianty., Prof. Dr. es.sc.tech.Ir. Ahmad Rifa'i, M.T.,IPM.,ASEAN.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.3.2 Hasil Laboratorium Karakterisasi Material dan Parameter Awal Permodelan *Stone Column* 97

5.4 Uji Eksperimen Permodelan *Stone column* dengan Plate Load Tes (PLT) 99

5.4.1 Prosedur *Plat Load Tes* Skala Laboratorium 100

5.4.2 Pengaruh *Rasio Pergantian Area* (%Area) terhadap Perilaku Pasir dengan *Stone Column* dan *Tanpa Stone Column* 104

5.5 Model *Non Linear* Pada Tanah Pasir dengan Perkuatan *Stone Column* 106

5.5.1 Eksponen Nonlinier dan Mekanisme Deformasi 110

5.5.2 Analisis Residual Model Linier dan *Power-Law* 111

5.6 Pengembangan Model Numerik Terkalibrasi 112

5.6.1 Pemodelan dengan *Boundary* Sesuai Model Laboratorium 118

5.6.2 Permodelan Plaxis Model Pasir dengan *Satu Stone column* 121

5.7 Pengaruh Perluasan *Boundary* PLAXIS 2D Terhadap Interpretasi Pondasi *Ringwall* Tangki Minyak 123

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN 126

6.1 Kesimpulan 126

6.2 Saran 127

Daftar Pustaka 130

Pengaruh Penggunaan Stone Column Terhadap Peningkatan Kepadatan Dan Daya Dukung Tanah Pasir
Bergradasi Buruk
Mersianty., Prof. Dr. es.sc.tech.Ir. Ahmad Rifa'i, M.T.,IPM.,ASEAN.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Ringkasan penelitian terdahulu yang telah dilakukan dan berhubungan denganpenelitian perbaikan tanah pasir dengan stone column. 11
Tabel 2.1 Hubungan N SPT dan Pameter Kepadatan Tanah 18
Tabel 2.2 Korelasi nilai SPT – CPT – φ – Es 19
Tabel 4.1 Data Tangki 58
Tabel 4.2 Material pengisi *stone column* Lapangan (Elias dkk., 2004) 61
Tabel 4.3 Pengujian Indeks Properties Tanah 65
Tabel 5.1 Hasil Uji SPT 78
Tabel 5.2 Hasil korelasi qc terhadap indeks kepadatan tanah CPT-1, CPT-2, CPT-3, CPT-4 80
Tabel 5.3 Hasil korelasi qc terhadap indeks kepadatan tanah CPT-5, CPT-6, CPT-7, CPT-8 81
Tabel 5.4 Data Propertis Tanah Pondasi Ringwall Df = 2 m 89
Tabel 5.5 Perbandingan Model : Linier VS Power-law 107
Tabel 5.6 Karakterisasi awal parameter tanah pasir untuk pemodelan numerik tanpa stone column. 114
Tabel 5.7 Parameter Tanah Pasir Setelah Kalibrasi 115

Pengaruh Penggunaan Stone Column Terhadap Peningkatan Kepadatan Dan Daya Dukung Tanah Pasir
Bergradasi Buruk
Mersianty., Prof. Dr. es.sc.tech.Ir. Ahmad Rifa'i, M.T.,IPM.,ASEAN.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perencanaan *stone column*, (Cabeza dkk., 2021) 27
Gambar 2.2 Pemasangan *Stone column* (Hussein, 2006) 28
Gambar 2.3 Model Keruntuhan Stone column 32
Gambar 2.4 Instalasi peralatan *Plat Load Test* 38
Gambar 3.1 Pola Pemasangan Stone Column Segitiga 48
Gambar 4.1 Peta Area Lokasi Kilang Minyak Lawe-lawe 54
Gambar 4.2 Struktur Tanah Lokasi Lawe-lawe 55
Gambar 4.3 Data Teknis Tangki Penyimpanan Minyak Mentah 57
Gambar 4.4 Gambar Tekis Fondasi Ringwall 59
Gambar 4.5 Gambar peralatan dan pengujian indeks propertis tanah 68
Gambar 4.6 Gambar peralatan pengujian *Plat Load Tes* (PLT) 68
Gambar 4.7 Box Tangki pengujian Laboratorium PLT 69
Gambar 4.8 Model Numerik *Unit Cell* (Castro, 2017) 72
Gambar 5.1 Statigrafi Tanah hasil uji SPT lapangan 76
Gambar 5.2 Penampang Dimensi Tangki 88
Gambar 5.3 Konfigurasi *Stone column* lapangan 92
Gambar 5.4 Grafik PLT Lokasi Tangki A 94
Gambar 5.5 Ukuran Butir Benda Uji Pasir 96
Gambar 5.6 Ukuran Butir Batu SC 96
Gambar 5.7 Hasil Uji Geser Langsung 98
Gambar 5.8 Prosedur Uji PLT 99
Gambar 5.9 Pemadatan Perlapisan Benda Uji Pasir dengan Alat Penggetar 100
Gambar 5.10 Pengukuran Tinggi Benda Uji 101
Gambar 5.11 Uji PLT 101
Gambar 5.12 Pola Pemasangan *stone column* uji PLT 102
Gambar 5.13 Hasil Uji PLT 102
Gambar 5.14 Grafik Hubungan Beban dan Modulus Kekakuan 104
Gambar 5.15 Grafik Hubungan Beban dan (%Area) 105
Gambar 5.16 Perbandingan model Linier VS Power-law Kondisi Tanpa SC 108
Gambar 5.17 Perbandingan model Linier VS Power-law 1 SC 108
Gambar 5.18 Perbandingan model Linier VS Power-law 2 SC 109
Gambar 5.19 Perbandingan model Linier VS Power-law 3 SC 109

Pengaruh Penggunaan Stone Column Terhadap Peningkatan Kepadatan Dan Daya Dukung Tanah Pasir
Bergradasi Buruk
Mersianty., Prof. Dr. es.sc.tech.Ir. Ahmad Rifa'i, M.T.,IPM.,ASEAN.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.20 Residual Penurunan pada Model Linier dan Power-Law 112
Gambar 5.21 Kurva tegangan-regangan dari uji beban pelat 114
Gambar 5.22 Kurva tegangan-regangan kalibrasi 115
Gambar 5.23 Perbandingan kurva beban–penurunan Lab dan PLAXIS 2D pada tanah pasir tanpa stone column. 119
Gambar 5.24 Distribusi tegangan prinsipal pada pembebanan 100% dan 200% untuk model tanah pasir tanpa stone column 120
Gambar 5.25 Perbandingan Kurva Beban Penurunan Lab dan PLAXIS 2D pada tanah pasir dengan 1 Stone column 121
Gambar 5.26 Hasil Pelebaran Boundary samping Hasil Plaxis 2D pada Pasir tanpa SC dan Pasir dengan 1 SC 124