

# **PENGARUH VARIASI LEBAR GALIAN TERHADAP FAKTOR KEAMANAN DAN PENENTUAN JENIS TURAP PADA KONSTRUKSI GALIAN BASEMENT**

**Rocky Roberto Donny Marciano Parlinggoman Siagian**  
**NRP: 1321062**

**Pembimbing: Hanny Juliany Dani, S.T.,M.T.**

## **ABSTRAK**

Sebagai negara berkembang, Indonesia sering dilanda berbagai macam permasalahan. Salah satu upaya untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang ada adalah dengan melakukan pembangunan struktur dan infrastruktur secara berkala. Namun, pembangunan secara berkala menimbulkan permasalahan baru, yaitu berkurangnya ketersediaan lahan. Hal ini yang menjadi salah satu faktor bagi para perencana bangunan untuk membuat gedung-gedung pencakar langit. Gedung-gedung yang berada di daerah perkotaan biasanya memiliki *basement* (struktur bawah tanah). Pembangunan *basement* pada umumnya memerlukan dinding penahan tanah. Dinding penahan tanah berfungsi mencegah terjadinya kelongsoran dan rembesan air di sekitar daerah konstruksi. Salah satu permasalahan yang dapat muncul pada konstruksi turap adalah terjadinya defleksi (deformasi) dan penurunan pada dinding turap.

Data tanah yang digunakan adalah data hasil penyelidikan tanah di Kota Bogor. Pemodelan dinding turap kantilever menggunakan profil baja CRW-3B, CRW-5A, CRU5-600 yang diproduksi oleh ESC *Pile* dengan kedalaman galian rencana  $H = 8\text{m}$ . Dilakukan variasi terhadap lebar galian sebesar  $B = 2H$ ,  $B = 3H$ , dan  $B = 4H$ . Beban rencana yang digunakan adalah sebesar  $4,79\text{kN/m}^2$  sepanjang  $15\text{m}$ . Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak Plaxis 2D.

Berdasarkan *output* yang diperoleh dari Plaxis 2D dapat disimpulkan bahwa lebar galian tidak memiliki dampak cukup signifikan pada faktor keamanan pada masa konstruksi, tetapi pelebaran lebar galian memberikan perubahan cukup besar pada defleksi dan penurunan dinding turap. Defleksi yang terbesar adalah sebesar  $27,735\text{mm}$  pada pemodelan  $B = 4H$  dengan menggunakan profil CRW-3B. Jenis turap CRW-5A lebih baik digunakan jika dibandingkan dengan dua profil yang lainnya karena faktor keamanan yang lebih besar di setiap pemodelan lebar galian.

Kata kunci: turap, kedalaman pemancangan, defleksi, penurunan, faktor keamanan

# **THE EFFECT OF WIDE VARIATION ON SAFETY FACTOR AND DETERMINATION OF SHEET PILE TYPE IN BASEMENT CONSTRUCTION**

**Rocky Roberto Donny Marciano Parlinggoman Siagian**  
**NRP: 1321062**

**Supervisor: Hanny Juliany Dani, S.T.,M.T.**

## **ABSTRACT**

*As a developed countries, Indonesia often hit by various kinds of problems. One attempt to solve the exist problems is the construction of structures and infrastructures regularly. However, the building regularly raises new problems, it's the reduced availability of land. This is one of many factors for engineering to make the skyscrapers. The buildings are located in urban areas usually have a basement (underground structures). Basement construction in general require retaining wall. Retaining wall serves to prevent the occurrence of landslide and seepage water around the construction area. One of the problems that can arise in a sheetpile construction is the deflection (deformation) and settlement.*

*Soil parameter that use is the results of the investigation in the city of Bogor. Cantilever sheet pile wall modeling using profile CRW-3B, CRW-5A, and CRU5-600 that manufactured by ESC pile with a depth of excavation plans  $H = 8\text{m}$ . The variations of the excavation width are  $B = 2H$ ,  $3H = B$  and  $B = 4H$ . The design load use is  $4.79\text{kN/m}^2$  along  $15\text{m}$ . Analyses were performed using software Plaxis 2D.*

*Based on the output obtained from Plaxis 2D can be concluded that the effect of excavation width of not voting for a significant impact on the safety factor during the construction period. But the width of the excavation provides substantial changes in the deflection and settlement of sheetpile. The highest deflection is at  $27.735\text{mm}$  on modeling  $B = 4H$  using CRW-3B profile. CRW-5A is better used when compared to the other two profiles due to greater safety factor in each model width excavation*

*Keywords: sheet pile, depth of piling, deflection, settlement, and safety factor*

## DAFTAR ISI

|                                                 |      |
|-------------------------------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL.....                              | i    |
| LEMBAR PENGESAHAN .....                         | ii   |
| PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN..... | 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 .....                              | xv   |
| DAFTAR NOTASI.....                              | xvi  |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                            | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN .....                         | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                        | 1    |
| 1.2 Tujuan Penelitian .....                     | 2    |
| 1.3 Ruang Lingkup Pembahasan.....               | 2    |
| 1.4 Sistematika Penulisan.....                  | 2    |
| 1.5 Lisensi Perangkat Lunak .....               | 3    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....                   | 4    |
| 2.1 Parameter Tanah.....                        | 4    |
| 2.1.1 Nilai-nilai Berat Volume.....             | 4    |
| 2.1.2 Nilai Poisson <i>Ratio</i> .....          | 5    |
| 2.1.3 Kohesi .....                              | 5    |
| 2.1.4 Koefisien Rembesan .....                  | 5    |
| 2.1.5 Modulus Young .....                       | 6    |
| 2.1.6 Sudut Geser Dalam .....                   | 7    |
| 2.1.7 Sudut Dilatasi .....                      | 7    |
| 2.2 Dinding Penahan Tanah .....                 | 7    |
| 2.2.1 Dinding Gravitasi.....                    | 8    |
| 2.2.2 Dinding Kantilever.....                   | 8    |
| 2.2.3 Dinding <i>Counterfort</i> .....          | 8    |
| 2.2.4 Dinding Tipe <i>Crib</i> .....            | 9    |
| 2.2.5 Dinding Tipe Semi Gravitasi .....         | 9    |
| 2.2.6 Dinding Pangkal Jembatan.....             | 9    |
| 2.3 Turap .....                                 | 10   |
| 2.3.1 Turap Kayu.....                           | 10   |
| 2.3.2 Turap Beton Bertulang.....                | 11   |
| 2.3.3 Turap Baja.....                           | 12   |
| 2.3.4 Turap Kantilever .....                    | 13   |
| 2.3.5 Turap Berjangkar .....                    | 14   |

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| 2.3.6 Bendungan Seluler ( <i>Cofferdam</i> ) .....           | 14 |
| 2.4 Tekanan Tanah Lateral.....                               | 15 |
| 2.5 Tekanan Tanah Teori Rankine .....                        | 16 |
| 2.6 Perhitungan Tekanan Tanah Lateral Teori Rankine .....    | 18 |
| 2.6.1 Tekanan Tanah Akibat Berat Sendiri.....                | 19 |
| 2.6.2 Tekanan Akibat Kohesi.....                             | 22 |
| 2.6.3 Tekanan Akibat Beban Luar .....                        | 24 |
| 2.6.4 Tekanan Akibat Air.....                                | 26 |
| 2.6.5 Menghitung Kedalaman Pemancangan.....                  | 28 |
| 2.7 Langkah-langkah Pemodelan Plaxis .....                   | 28 |
| 2.7.1 Plaxis <i>Input</i> .....                              | 28 |
| 2.7.2 Plaxis <i>Calculation</i> .....                        | 36 |
| 2.7.3 Plaxis <i>Output</i> .....                             | 39 |
| BAB III METODE PENELITIAN.....                               | 41 |
| 3.1 Bagan Alir Penelitian .....                              | 41 |
| 3.2 Pengumpulan Data .....                                   | 42 |
| 3.2.1 Data Tanah .....                                       | 42 |
| 3.2.2 Data Turap.....                                        | 45 |
| 3.3 Penentuan Beban Rencana .....                            | 46 |
| BAB IV ANALISIS DATA .....                                   | 47 |
| 4.1 Perhitungan Kedalaman Pemancangan Turap .....            | 47 |
| 4.2 Analisis Plaxis.....                                     | 52 |
| 4.2.1 Analisis Dinding Turap pada Pemodelan $B = 2H$ .....   | 53 |
| 4.2.2 Analisis Dinding Turap pada Pemodelan $B = 3H$ .....   | 56 |
| 4.2.3 Analisis Dinding Turap pada Pemodelan $B = 4H$ .....   | 60 |
| 4.3 Pembahasan.....                                          | 64 |
| 4.3.1 Defleksi Turap ( <i>Horizontal Displacement</i> )..... | 64 |
| 4.3.2 Penurunan Turap ( <i>Vertical Displacement</i> ).....  | 66 |
| 4.2.3 Penurunan Tanah ( <i>Vertical Displacement</i> ) ..... | 68 |
| 4.2.4 Faktor Keamanan ( <i>Safety Factor</i> ).....          | 70 |
| BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....                               | 74 |
| 5.1 Simpulan .....                                           | 74 |
| 5.2 Saran.....                                               | 75 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                         | 76 |
| LAMPIRAN .....                                               | 77 |

## DAFTAR GAMBAR

|             |                                                                                                                                 |    |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1  | Jenis-jenis Dinding Penahan Tanah .....                                                                                         | 9  |
| Gambar 2.2  | Dinding Turap Kayu .....                                                                                                        | 11 |
| Gambar 2.3  | Turap Beton Bertulang .....                                                                                                     | 11 |
| Gambar 2.4  | Turap Baja dan Sambungan Turap Baja .....                                                                                       | 12 |
| Gambar 2.5  | Turap Kantilever .....                                                                                                          | 13 |
| Gambar 2.6  | Turap Berjangkar .....                                                                                                          | 14 |
| Gambar 2.7  | Rangkaian Turap untuk Membuat Sel.....                                                                                          | 14 |
| Gambar 2.8  | Tekanan Tanah .....                                                                                                             | 16 |
| Gambar 2.9  | (a) Sistem Struktur Tanah untuk Pemecahan Rankine dengan $\alpha=90^\circ$ ; (b) Segitiga Gaya di Dalam Pemecahan Rankine ..... | 16 |
| Gambar 2.10 | Kondisi Umum dan Lingkaran Mohr Teori Rankine.....                                                                              | 17 |
| Gambar 2.11 | Diagram Tekanan Tanah Lateral.....                                                                                              | 18 |
| Gambar 2.12 | Diagram tekanan Tanah Lateral Akibat Berat Sendiri Tanah.....                                                                   | 19 |
| Gambar 2.13 | Penyederhanaan Diagram Tekanan Tanah Lateral Akibat Berat Sendiri Tanah.....                                                    | 21 |
| Gambar 2.14 | Diagram Tekanan Tanah Lateral Akibat Kohesi .....                                                                               | 22 |
| Gambar 2.15 | Penyederhanaan Diagram Tekanan Tanah Lateral Akibat Kohesi .....                                                                | 24 |
| Gambar 2.16 | Diagram Tekanan Tanah Lateral Akibat Beban Luar .....                                                                           | 24 |
| Gambar 2.17 | Penyederhanaan Diagram Tekanan Tanah Lateral Akibat Beban Luar .....                                                            | 26 |
| Gambar 2.18 | Diagram Tekanan Akibat Air.....                                                                                                 | 26 |
| Gambar 2.19 | Jendela <i>Create/Open Project</i> .....                                                                                        | 28 |
| Gambar 2.20 | Jendela <i>General Settings</i> .....                                                                                           | 29 |
| Gambar 2.21 | Bidang Gambar .....                                                                                                             | 29 |
| Gambar 2.22 | Tampilan <i>Input Data Tanah dan Turap</i> .....                                                                                | 30 |
| Gambar 2.23 | Lapisan Tanah dan Dinding Turap.....                                                                                            | 31 |
| Gambar 2.24 | <i>Input Tanah dan Turap pada Bidang Gambar</i> .....                                                                           | 32 |
| Gambar 2.25 | Input Beban Luar.....                                                                                                           | 33 |
| Gambar 2.26 | <i>Standard fixities</i> .....                                                                                                  | 33 |
| Gambar 2.27 | <i>Mesh Generation Setup</i> .....                                                                                              | 34 |
| Gambar 2.28 | Tampilan <i>Generate Mesh</i> .....                                                                                             | 34 |
| Gambar 2.29 | Penentuan Berat Isi Air .....                                                                                                   | 35 |
| Gambar 2.30 | <i>Effective Stresses</i> .....                                                                                                 | 35 |
| Gambar 2.31 | Tampilan <i>Plaxis Calculation</i> .....                                                                                        | 36 |
| Gambar 2.32 | Galian Tahap Pertama .....                                                                                                      | 37 |
| Gambar 2.33 | Galian Tahap Kedua.....                                                                                                         | 37 |
| Gambar 2.34 | Galian Tahap Ketiga .....                                                                                                       | 38 |
| Gambar 2.35 | <i>Deformed Mesh</i> .....                                                                                                      | 39 |
| Gambar 2.36 | <i>Total Displacement</i> .....                                                                                                 | 40 |
| Gambar 3.1  | Bagan Alir Penelitian .....                                                                                                     | 41 |
| Gambar 3.2  | <i>Boring Log</i> .....                                                                                                         | 43 |

|            |                                                     |    |
|------------|-----------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.1 | Defleksi Turap untuk $B = 2H$ .....                 | 56 |
| Gambar 4.2 | Defleksi Turap untuk $B = 3H$ .....                 | 60 |
| Gambar 4.3 | Defleksi Turap untuk $B = 4H$ .....                 | 64 |
| Gambar 4.4 | Kurva Hubungan B/H Terhadap Defleksi.....           | 65 |
| Gambar 4.5 | Kurva Hubungan B/H Terhadap <i>Settlement</i> ..... | 67 |
| Gambar 4.6 | <i>Deformed Mesh</i> .....                          | 67 |
| Gambar 4.7 | <i>Vertical Displacement</i> .....                  | 69 |
| Gambar 4.8 | Faktor Keamanan .....                               | 71 |



## DAFTAR TABEL

|            |                                                                |    |
|------------|----------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1  | Berat Volume Tanah .....                                       | 4  |
| Tabel 2.2  | Koefisien Poisson <i>Ratio</i> .....                           | 5  |
| Tabel 2.3  | Kohesi .....                                                   | 5  |
| Tabel 2.4  | Koefisien Rembesan.....                                        | 5  |
| Tabel 2.5  | Nilai Modulus Young.....                                       | 6  |
| Tabel 2.6  | Nilai Sudut Geser Dalam .....                                  | 7  |
| Tabel 3.1  | Hasil Uji Laboratorium .....                                   | 42 |
| Tabel 3.2  | Parameter Tanah.....                                           | 45 |
| Tabel 3.3  | Spesifikasi Turap Baja .....                                   | 45 |
| Tabel 4.1  | Perhitungan Momen di Titik O' Akibat Tekanan Tanah.....        | 47 |
| Tabel 4.2  | Perhitungan Momen di Titik O Akibat Tekanan Tanah.....         | 48 |
| Tabel 4.3  | Perhitungan Momen di Titik O' Akibat Kohesi.....               | 49 |
| Tabel 4.4  | Perhitungan Momen di Titik O Akibat Kohesi.....                | 49 |
| Tabel 4.5  | Perhitungan Momen di Titik O' Akibat Beban Luar .....          | 50 |
| Tabel 4.6  | Perhitungan Momen di Titik O Akibat Beban Luar.....            | 50 |
| Tabel 4.7  | Perhitngan Momen di Titik O Akibat Air .....                   | 51 |
| Tabel 4.8  | Defleksi dan Penurunan Profil CRW-3B pada Model B = 2H.....    | 53 |
| Tabel 4.9  | Defleksi dan Penurunan Profil CRW-5A pada Model B = 2H.....    | 54 |
| Tabel 4.10 | Defleksi dan Penurunan Profil CRU5-600 Pada Model B = 2H ..... | 55 |
| Tabel 4.11 | Defleksi dan Penurunan Profil CRW-3B pada Model B = 3H.....    | 57 |
| Tabel 4.12 | Defleksi dan Penurunan Profil CRW-5A pada Model B = 3H.....    | 58 |
| Tabel 4.13 | Defleksi dan Penurunan Profil CRU5-600 pada Model B = 3H ..... | 59 |
| Tabel 4.14 | Defleksi dan Penurunan Profil CRW-3B pada Model B = 4H.....    | 61 |
| Tabel 4.15 | Defleksi dan Penurunan Profil CRW-5A pada Model B = 4H.....    | 62 |
| Tabel 4.16 | Defleksi dan Penurunan Profil CRU5-600 pada Model B = 4H ..... | 63 |
| Tabel 4.17 | Defleksi Turap di Beragam Variasi Lebar Galian.....            | 65 |
| Tabel 4.18 | Penurunan Turap di Beragam Variasi Lebar Galian.....           | 66 |
| Tabel 4.19 | Penurunan Tanah.....                                           | 68 |
| Tabel 4.20 | Faktor Keamanan .....                                          | 70 |

## DAFTAR NOTASI

|                |                                         |
|----------------|-----------------------------------------|
| $\alpha$       | Kemiringan dinding penahan tanah        |
| $\beta$        | Kemiringan timbunan ( <i>backfill</i> ) |
| $\gamma_d$     | Berat isi tanah                         |
| $\gamma_{sat}$ | Berat isi tanah jenuh                   |
| $\nu$          | Poisson <i>ratio</i>                    |
| $E$            | Modulus young                           |
| $\phi$         | Sudut geser dalam                       |
| $\Psi$         | sudut dilatansi                         |
| $c$            | Kohesi                                  |
| $S_u$          | Kuat geser tak terdrainase              |
| $q_u$          | Kuat tekan bebas                        |
| $D$            | Kedalaman pemancangan                   |
| $H$            | Kedalaman galian                        |
| $I$            | Momen inersia                           |
| $K_a$          | Koefisien tekanan tanah aktif           |
| $K_p$          | Koefisien tekanan tanah pasif           |
| $k_x$          | Koefisien rembesan arah x               |
| $k_y$          | Koefisien rembesan arah y               |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| Lampiran L.1 Profil Turap .....                | 77 |
| Lampiran L.2 Contoh <i>Output</i> Plaxis ..... | 78 |

