

**ANALISIS STABILITAS DINDING *CORRUGATED CONCRETE SHEET PILE* (CCSP) DENGAN VARIASI MUKA AIR TANAH  
PADA GALIAN *BASEMENT***

**TUGAS AKHIR**

**Untuk Memenuhi Persyaratan dalam Memperoleh Gelar**

**Sarjana Teknik Sipil (S-1)**



**Disusun Oleh:**

**WIWEKA DESANDANA**

**NPM. 22035010096**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"**

**JAWA TIMUR**

**2026**

**ANALISIS STABILITAS DINDING CORRUGATED CONCRETE  
SHEET PILE (CCSP) DENGAN VARIASI MUKA AIR TANAH  
PADA GALIAN BASEMENT**

**TUGAS AKHIR**

**Untuk Memenuhi Persyaratan dalam Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik Sipil (S-1)**



**Disusun Oleh:**

**WIWEKA DESANDANA**

**NPM. 22035010096**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"**

**JAWA TIMUR**

**2026**

**DEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS STABILITAS DINDING CORRUGATED CONCRETE  
SHEET PILE (CCSP) DENGAN VARIASI MUKA AIR TANAH  
PADA GALIAN BASEMENT**

Disusun Oleh:

**WIWEKA DESANDANA**

**NPM. 22035010096**

Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir  
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur  
pada Hari Senin, 31 Agustus 2026

**Dosen Pembimbing:**

**1. Dosen Pembimbing I**

**Dr. Ir. Yerry Kahaditu Firmansyah, S.T., M.T.**

**NPT. 20119860129207**

**2. Dosen Pembimbing II**

**Bagas Arvaseta, S.T., M.S**

**NIP. 19931225-202203 1 00 6**

**Tim Penguji:**

**1. Penguji I**

**Dian Purnamawati Solin, S.T., Msc**

**NIP. 198903042019032017**

**2. Penguji II**

**Karina Meilawati Eka Putri, S.T., M.T**

**NIP. 199405232024062003**

**3. Penguji III**

**Ir. Miguel Felix Wijaya, S.T., M.Eng. IPP**

**NIP. 199612012025061005**

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Teknik dan Sains**

**Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.**

**NIP. 19650403 199103 2 00 1**

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS STABILITAS DINDING CORRUGATED CONCRETE  
SHEET PILE (CCSP) DENGAN VARIASI MUKA AIR TANAH  
PADA GALIAN BASEMENT**

**Disusun Oleh:**

**WIWEKA DESANDANA**  
**NPM. 22035010096**

**Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir  
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur  
pada Hari Senin, 31 Agustus 2026**

**Dosen Pembimbing I**

**Dr. Ir. Yerry Kahaditu Firmansyah, S.T., M.T.**  
**NPT. 20119860129207**

**Dosen Pembimbing II**

**Bagas Aryaseta, S.T., M.S**  
**NIP. 199312252022031006**

**Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik dan Sains**

**Prof. Dr. Dra. Jariyah, M. P.**  
**NIP. 196504031991032001**

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Wiweka Desandana  
NPM : 22035010096  
Program : Sarjana (S1)  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi\* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi/Tesis/Desertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 4 September 2026

Yang Membuat pernyataan



Wiweka Desandana  
NPM. 22035010096

**ANALISIS STABILITAS DINDING *CORRUGATED CONCRETE SHEET*  
*PILE* (CCSP) DENGAN VARIASI MUKA AIR TANAH  
PADA GALIAN *BASEMENT***

Oleh:

**WIWEKA DESANDANA**

**NPM. 22035010096**

**ABSTRAK**

Pembangunan gedung bertingkat di kawasan perkotaan mendorong pemanfaatan ruang bawah tanah melalui pembangunan *basement* yang memerlukan pekerjaan galian dalam. Pada galian dengan kedalaman yang besar dan dinding galian vertikal, kestabilan dinding menjadi aspek yang sangat penting untuk diperhatikan, terutama akibat pengaruh tekanan tanah lateral dan kondisi muka air tanah. Salah satu sistem penahan tanah yang digunakan pada pekerjaan galian *basement* adalah *Corrugated Concrete Sheet Pile* (CCSP). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis stabilitas dinding CCSP terhadap variasi muka air tanah (MAT) pada pekerjaan galian *basement* sedalam 5 m dengan kedalaman penanaman CCSP 14 m, menggunakan dua data penyelidikan tanah, N-SPT dan CPTu serta dua metode analisis, yaitu metode kesetimbangan batas secara manual dan metode elemen hingga menggunakan PLAXIS 2D, pada tiga skenario MAT (0,5 m; 2,0 m; 6,0 m). Pada data BH-2, hasil LEM menunjukkan gaya *strutting* 109,36 – 134,16 kN/m dengan kapasitas  $\leq 122,4$  kN/m, momen lentur maksimum 322,65 – 415,92 kN.m/m dengan kapasitas  $\leq 307$  kN.m/m, dan faktor keamanan global (SF) 1,365 – 1,826 dengan syarat  $\geq 1,5$ , faktor keamanan *basal heave* konstan sebesar 1,890 dengan syarat 1,25; sedangkan hasil FEM menunjukkan gaya *strutting* 104,92 – 125,90 kN/m, momen lentur maksimum 161,80 – 179,30 kN.m/m, faktor keamanan global 2,361 – 2,421 dan deformasi lateral 0,02016 – 0,02294 m dengan syarat  $\leq 0,02500$  m. Pada data CPTu-2, hasil LEM menunjukkan gaya *strutting* 108,61 – 134,29 kN/m, momen lentur maksimum 296,24 – 390,96 kN.m/m, dan faktor keamanan global (SF) 1,029 – 1,415, faktor keamanan *piping* berkisar 2,490 – 3,185; sedangkan hasil FEM menunjukkan gaya *strutting* 132,06 – 140,96 kN/m, momen lentur maksimum 236,20 – 251,30 kN.m/m, faktor keamanan global (SF) 1,624 – 1,661, dan deformasi lateral 0,02560 – 0,02638 m. Variasi MAT memengaruhi seluruh parameter stabilitas secara konsisten pada kedua metode dan kedua data tanah, dengan MAT 0,5 m sebagai kondisi paling kritis dan MAT 6,0 m sebagai kondisi paling stabil.

Kata Kunci: *Corrugated Concrete Sheet Pile*; galian *basement*; muka air tanah; PLAXIS 2D; stabilitas dinding penahan tanah

**ANALYSIS OF THE STABILITY OF CORRUGATED CONCRETE SHEET  
PILE (CCSP) WALLS UNDER VARIATIONS IN GROUNDWATER  
LEVELS FOR BASEMENT EXCAVATIONS**

**By:**

**WIWEKA DESANDANA**

**NPM. 22035010096**

**ABSTRACT**

*The construction of high-rise buildings in urban areas has increased the utilization of underground space through the construction of basements, which requires deep excavation work. In deep excavations with vertical excavation walls, wall stability becomes a critical aspect to consider, particularly due to the effects of lateral earth pressure and groundwater level conditions. One of the retaining systems used in basement excavation projects is the Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP). This study aims to analyze the stability of CCSP walls against variations in the groundwater level (GWL) in a 5 m deep basement excavation with a CCSP embedment depth of 14 m, using two sets of soil investigation data N-SPT and CPTu, and two analysis methods: the manual limit equilibrium method (LEM) and the finite element method (FEM) using PLAXIS 2D, across three GWL scenarios (0,5 m; 2,0 m; 6,0 m). For the BH-2 data, the LEM results show strutting forces of 109,36 – 134,16 kN/m with a capacity of  $\leq 122,4$  kN/m, and a maximum bending moment of 322,65 – 415,92 kN.m/m with a capacity of  $\leq 307$  kN.m/m, and a global safety factor (SF) of 1,365 – 1,826 with a minimum requirement of  $\geq 1,5$ ; the constant basal heave safety factor is 1,890 with a minimum requirement of 1,25; while the FEM results show strutting forces of 104,92 – 125,90 kN/m, a maximum bending moment of 161,80 – 179,30 kN.m/m, a global safety factor of 2,361 – 2,421, and lateral deformation of 0,02016 – 0,02294 m with a requirement of  $\leq 0,02500$  m. For the CPTu-2 data, the LEM results show strut forces of 108,61 – 134,29 kN/m, a maximum bending moment of 296,24 – 390,96 kN.m/m, and a global safety factor of 1,029 – 1,415, with the piping safety factor ranging from 2,490 to 3,185; while the FEM results show strutting forces of 132,06 – 140,96 kN/m, maximum bending moments of 236,20 – 251,30 kN.m/m, a global safety factor of 1,624 – 1,661, and lateral deformations of 0,02560 – 0,02638 m. Variations in GWL consistently affect all stability parameters in both methods and for both soil datasets, with GWL of 0,5 m representing the most critical condition and GWL of 6,0 m representing the most stable condition.*

*Keywords: Corrugated Concrete Sheet Pile; basement excavation; ground water level; PLAXIS 2D; retaining wall stability*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Stabilitas Dinding *Corrugated Concrete Sheet Pile* (CCSP) dengan Variasi Muka Air Tanah pada Galian *Basement*” dengan baik. Penyusunan Tugas Akhir ini dilakukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Penyusunan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan berkat bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak yang ikut serta membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Bapak Dr. Ir. Hendrata Wibisana, M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Dr. Ir. Yerry Kahaditu Firmansyah, S.T., M.T., Bapak Bagus Aryaseta, S.T., M.S., dan Bapak Ir. Miguel Felix Wijaya, S.T., M.Eng., IPP. Selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, dukungan, dedikasi dan pengetahuan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
5. Seluruh pihak dan mentor di KSO PP-WIKA yang telah membantu dalam pemenuhan data dan informasi yang dibutuhkan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman Teknik Sipil 2022 Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dan keterbatasan dalam Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang bersifat membangun dalam menyempurnakan Tugas Akhir ini. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, Januari 2026

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                                            |      |
|----------------------------------------------------------------------------|------|
| KATA PENGANTAR .....                                                       | iv   |
| DAFTAR ISI .....                                                           | v    |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                        | viii |
| DAFTAR TABEL .....                                                         | x    |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                                      | xii  |
| BAB I PENDAHULUAN .....                                                    | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                                                   | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                                  | 4    |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                                                | 4    |
| 1.4 Batasan Masalah .....                                                  | 5    |
| 1.5 Lokasi Penelitian .....                                                | 5    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....                                              | 6    |
| 2.1 Penelitian Terdahulu .....                                             | 6    |
| 2.2 Tanah .....                                                            | 8    |
| 2.2.1 Klasifikasi Tanah .....                                              | 9    |
| 2.2.2 Penyelidikan Tanah .....                                             | 11   |
| 2.3 Analisis CPTu Menggunakan CPeT-IT .....                                | 14   |
| 2.4 Dinding Tertanam .....                                                 | 16   |
| 2.4.1 <i>Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP)</i> .....                   | 16   |
| 2.4.2 Sistem Penunjang .....                                               | 17   |
| 2.5 Tekanan Lateral Tanah .....                                            | 19   |
| 2.5.1 Tekanan Tanah dalam Keadaan Diam .....                               | 19   |
| 2.5.2 Tekanan Tanah Aktif .....                                            | 19   |
| 2.5.3 Tekanan Tanah Pasif .....                                            | 20   |
| 2.6 Muka Air Tanah .....                                                   | 20   |
| 2.6.1 Pengaruh Penurunan Muka Air Tanah .....                              | 21   |
| 2.6.2 Pengaruh Kenaikan Muka Air Tanah .....                               | 21   |
| 2.7 Stabilitas Dinding Tertanam .....                                      | 22   |
| 2.7.1 Metode Kesetimbangan Batas ( <i>Limit Equilibrium Method</i> ) ..... | 22   |
| 2.7.2 Metode Elemen Hingga ( <i>Finite Element Method</i> ) .....          | 23   |
| 2.8 Stabilitas Dasar Galian .....                                          | 24   |

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.8.1 <i>Basal Heave</i> .....                                           | 25 |
| 2.8.2 <i>Blow In/Uplift</i> .....                                        | 25 |
| 2.8.3 <i>Piping</i> .....                                                | 26 |
| 2.9 Analisis Metode FEM Menggunakan PLAXIS 2D.....                       | 26 |
| 2.9.1 Model Konstitutif Tanah.....                                       | 27 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....                                      | 30 |
| 3.1 Diagram Alir.....                                                    | 30 |
| 3.2 Analisis Data .....                                                  | 31 |
| 3.2.1 Pengumpulan Data .....                                             | 31 |
| 3.2.2 Koreksi dan Korelasi Data N-SPT.....                               | 33 |
| 3.2.3 Korelasi Data CPTu Menggunakan CPeT-IT.....                        | 39 |
| 3.2.4 Parameter Material CCSP .....                                      | 40 |
| 3.2.5 Parameter Material <i>Strutting</i> .....                          | 42 |
| 3.2.6 Analisis Stabilitas CCSP .....                                     | 45 |
| 3.2.7 Analisis Numerik dengan FEM (PLAXIS 2D).....                       | 53 |
| 3.3 Hasil dan Kesimpulan .....                                           | 54 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....                                         | 55 |
| 4.1 Interpretasi Parameter Tanah.....                                    | 55 |
| 4.1.1 Analisis Data N-SPT Lapangan.....                                  | 55 |
| 4.1.2 Analisis Data CPTu Menggunakan CpeT-IT.....                        | 60 |
| 4.2 Geometri Galian dan Skenario Muka Air Tanah .....                    | 61 |
| 4.2.1 Geometri Galian .....                                              | 61 |
| 4.2.2 Skenario Variasi Muka Air Tanah (MAT).....                         | 62 |
| 4.3 Spesifikasi Struktural Dinding CCSP dan <i>Strutting</i> .....       | 64 |
| 4.3.1 Parameter Material CCSP .....                                      | 64 |
| 4.3.2 Parameter Material <i>Strutting</i> .....                          | 66 |
| 4.4 Analisis Stabilitas CCSP dengan Metode LEM.....                      | 69 |
| 4.4.1 Metode Perhitungan LEM.....                                        | 69 |
| 4.4.2 Analisis Tekanan Tanah Lateral.....                                | 70 |
| 4.4.3 Analisis Keseimbangan Dinding CCSP.....                            | 81 |
| 4.4.4 Analisis Gaya <i>Strutting</i> , Gaya Geser dan Momen Lentur ..... | 92 |

|                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.4.5 Analisis Stabilitas Dasar Galian.....                             | 103 |
| 4.4.6 Rekapitulasi Hasil Analisis LEM.....                              | 107 |
| 4.5 Analisis Stabilitas CCSP dengan Metode FEM.....                     | 108 |
| 4.5.1 Pemodelan Geometri dan <i>Input Material</i> .....                | 108 |
| 4.5.2 Pemodelan Struktur.....                                           | 114 |
| 4.5.3 Pemodelan Jaringan Elemen ( <i>Meshing</i> ).....                 | 117 |
| 4.5.4 Pemodelan <i>Flow Condition</i> dan Kondisi Batas.....            | 118 |
| 4.5.5 Pemodelan Tahapan Konstruksi ( <i>Staged Construction</i> ).....  | 119 |
| 4.5.6 Analisis Gaya <i>Strutting</i> , Gaya Geser dan Momen Lentur..... | 123 |
| 4.5.7 Analisis Deformasi Lateral.....                                   | 131 |
| 4.5.8 Analisis Faktor Keamanan ( <i>Phi-C Reduction</i> ).....          | 134 |
| 4.5.9 Rekapitulasi Hasil Analisis FEM.....                              | 139 |
| 4.6 Perbandingan Hasil Analisis dan Pembahasan.....                     | 140 |
| 4.6.1 Distribusi Tekanan Tanah Lateral.....                             | 140 |
| 4.6.2 Gaya <i>Strutting</i> .....                                       | 143 |
| 4.6.3 Momen Lentur Maksimum.....                                        | 146 |
| 4.6.4 Deformasi Lateral.....                                            | 148 |
| 4.6.5 Faktor Keamanan (SF).....                                         | 150 |
| 4.6.6 Stabilitas Dasar Galian.....                                      | 153 |
| 4.6.7 Sintesis Hasil Analisis.....                                      | 155 |
| BAB V PENUTUP.....                                                      | 158 |
| 5.1 Kesimpulan.....                                                     | 158 |
| 5.2 Saran.....                                                          | 161 |
| DAFTAR PUSTAKA.....                                                     | 162 |
| LAMPIRAN.....                                                           | 166 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Gambar 1.1</b> Lokasi Penelitian.....                                                                                | 5   |
| <b>Gambar 2.1</b> Fase Tanah.....                                                                                       | 9   |
| <b>Gambar 2.2</b> Sistem USCS.....                                                                                      | 10  |
| <b>Gambar 2.3</b> Sistem AASHTO.....                                                                                    | 11  |
| <b>Gambar 2.4</b> Uji SPT.....                                                                                          | 12  |
| <b>Gambar 2.5</b> Hasil Grafik Pengujian CPTu .....                                                                     | 13  |
| <b>Gambar 2.6</b> Konus CPT .....                                                                                       | 14  |
| <b>Gambar 2.7</b> Contoh keluaran data CPTu pada CPeT-IT .....                                                          | 15  |
| <b>Gambar 2.8</b> Tipe Sheetpile.....                                                                                   | 16  |
| <b>Gambar 2.9</b> Tipe CCSP.....                                                                                        | 17  |
| <b>Gambar 2.10</b> Diagram Tekanan untuk <i>Free Earth Support</i> dan <i>Fixed Earth Support Method</i> .....          | 23  |
| <b>Gambar 2.11</b> Hubungan Tegangan-Regangan Hiperbolik dalam Pembebanan Utama Uji Triaksial Terdrainase Standar ..... | 28  |
| <b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian.....                                                                          | 30  |
| <b>Gambar 3.2</b> Lokasi Titik Pengujian Tanah .....                                                                    | 31  |
| <b>Gambar 3.3</b> Tahapan Koreksi N-SPT .....                                                                           | 33  |
| <b>Gambar 3.4</b> Geometri Perhitungan <i>Basal Heave</i> .....                                                         | 50  |
| <b>Gambar 3.5</b> Geometri Perhitungan Hidraulik Exit.....                                                              | 52  |
| <b>Gambar 4.1</b> Geometri Galian BH-2.....                                                                             | 61  |
| <b>Gambar 4.2</b> Geometri Galian CPTu-2.....                                                                           | 62  |
| <b>Gambar 4.3</b> Skenario Variasi MAT.....                                                                             | 63  |
| <b>Gambar 4.4</b> Spesifikasi CCSP .....                                                                                | 64  |
| <b>Gambar 4.5</b> Tekanan Lateral (LEM).....                                                                            | 74  |
| <b>Gambar 4.6</b> Tekanan Lateral CPTu-2 (LEM).....                                                                     | 79  |
| <b>Gambar 4.7</b> Tekanan Lateral <i>Mobilized</i> BH-2 (LEM).....                                                      | 85  |
| <b>Gambar 4.8</b> Tekanan Lateral <i>Mobilized</i> CPTu-2 (LEM).....                                                    | 90  |
| <b>Gambar 4.9</b> Gaya Geser BH-2.....                                                                                  | 94  |
| <b>Gambar 4.10</b> Momen Lentur BH-2 .....                                                                              | 96  |
| <b>Gambar 4.11</b> Gaya Geser CPTu-2 .....                                                                              | 99  |
| <b>Gambar 4.12</b> Momen Lentur CPTu-2.....                                                                             | 101 |
| <b>Gambar 4.13</b> Geometri dan <i>Material Sets</i> BH-2.....                                                          | 109 |
| <b>Gambar 4.14</b> Geomtetri dan <i>Material Sets</i> CPTu-2.....                                                       | 111 |
| <b>Gambar 4.15</b> Pemodelan Struktur BH-2 .....                                                                        | 114 |
| <b>Gambar 4.16</b> Pemodelan Struktur CPTu-2.....                                                                       | 115 |
| <b>Gambar 4.17</b> Parameter Pemodelan Dinding CCSP .....                                                               | 115 |
| <b>Gambar 4.18</b> Parameter Pemodelan <i>Strutting</i> .....                                                           | 116 |
| <b>Gambar 4.19</b> Pemodelan Mesh BH-2.....                                                                             | 117 |

|                    |                                                             |     |
|--------------------|-------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Gambar 4.20</b> | Pemodelan <i>Mesh</i> CPTu-2 .....                          | 117 |
| <b>Gambar 4.21</b> | Pemodelan <i>Flow Condition</i> BH-2.....                   | 118 |
| <b>Gambar 4.22</b> | Pemodelan <i>Flow Condition</i> CPTu-2 .....                | 118 |
| <b>Gambar 4.23</b> | Tahapan Konstruksi BH-2 .....                               | 120 |
| <b>Gambar 4.24</b> | Tahapan Konstruksi CPTu-2.....                              | 122 |
| <b>Gambar 4.26</b> | Gaya <i>Strutting</i> BH-2 MAT 2,0.....                     | 123 |
| <b>Gambar 4.25</b> | Gaya <i>Strutting</i> BH-2 MAT 0,5.....                     | 123 |
| <b>Gambar 4.27</b> | Gaya <i>Strutting</i> BH-2 MAT 6,0.....                     | 124 |
| <b>Gambar 4.28</b> | <i>Cross Section</i> Gaya Geser BH-2.....                   | 124 |
| <b>Gambar 4.29</b> | <i>Cross Section</i> Momen Lentur BH-2 .....                | 125 |
| <b>Gambar 4.30</b> | Gaya <i>Strutting</i> CPTu-2 MAT 0,5.....                   | 127 |
| <b>Gambar 4.32</b> | Gaya <i>Strutting</i> CPTu-2 MAT 6,0.....                   | 127 |
| <b>Gambar 4.31</b> | Gaya <i>Strutting</i> CPTu-2 MAT 2,0.....                   | 127 |
| <b>Gambar 4.33</b> | <i>Cross Section</i> Gaya Geser CPTu-2.....                 | 128 |
| <b>Gambar 4.34</b> | <i>Cross Section</i> Momen Lentur CPTu-2 .....              | 129 |
| <b>Gambar 4.35</b> | <i>Cross Section</i> Defleksi BH-2.....                     | 131 |
| <b>Gambar 4.36</b> | <i>Cross Section</i> Defleksi CPTu-2 .....                  | 133 |
| <b>Gambar 4.37</b> | Faktor Keamanan BH-2 MAT 0,5 .....                          | 135 |
| <b>Gambar 4.38</b> | Faktor Keamanan BH-2 MAT 2,0 .....                          | 135 |
| <b>Gambar 4.39</b> | Faktor Keamanan BH-2 MAT 6,0 .....                          | 135 |
| <b>Gambar 4.40</b> | Faktor Keamanan CPTu-2 MAT 0,5.....                         | 137 |
| <b>Gambar 4.41</b> | Faktor Keamanan CPTu-2 MAT 2,0.....                         | 137 |
| <b>Gambar 4.42</b> | Faktor Keamanan CPTu-2 MAT 6,0.....                         | 137 |
| <b>Gambar 4.43</b> | Perbandingan Tekanan Tanah Lateral LEM dan FEM BH-2.....    | 142 |
| <b>Gambar 4.44</b> | Perbandingan Tekanan Tanah Lateral LEM dan FEM CPTu-2 ..... | 142 |
| <b>Gambar 4.45</b> | Perbandingan Gaya <i>strutting</i> LEM dan FEM.....         | 145 |
| <b>Gambar 4.46</b> | Perbandingan Momen Maksimum LEM dan FEM.....                | 147 |
| <b>Gambar 4.47</b> | Perbandingan Deformasi Lateral FEM.....                     | 149 |
| <b>Gambar 4.48</b> | Perbandingan SF LEM dan FEM.....                            | 151 |
| <b>Gambar 4.49</b> | Perbandingan Stabilitas Dasar Galian .....                  | 154 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabel 2.1</b> Penelitian Terdahulu.....                                          | 6   |
| <b>Tabel 3.1</b> Koreksi N-SPT untuk Prosedur Lapangan.....                         | 34  |
| <b>Tabel 3.2</b> Nilai Tipikal Berat Volume Kering Dan Berat Volume Jenuh .....     | 36  |
| <b>Tabel 3.3</b> Nilai Tipikal $c'$ dan $\phi'$ .....                               | 37  |
| <b>Tabel 3.4</b> Korelasi Jenis Tanah Terhadap Vur .....                            | 39  |
| <b>Tabel 3.5</b> Korelasi Jenis Tanah Terhadap Koefisien Permeabilitas Tanah.....   | 39  |
| <b>Tabel 4.1</b> Koreksi Terhadap Prosedur Lapangan ( $N_{60}$ ).....               | 56  |
| <b>Tabel 4.2</b> Koreksi Terhadap Tekanan Overburden ( $(N1)_{60}$ ) .....          | 57  |
| <b>Tabel 4.3</b> Koreksi Terhadap Muka Air Tanah.....                               | 58  |
| <b>Tabel 4.4</b> Korelasi Terhadap Parameter Tanah .....                            | 59  |
| <b>Tabel 4.5</b> Korelasi Terhadap Parameter Tanah Berdasarkan Rata-Rata.....       | 60  |
| <b>Tabel 4.6</b> Interpretasi data CPTu-2 Berdasarkan Rata-Rata.....                | 61  |
| <b>Tabel 4.7</b> Spesifikasi CCSP.....                                              | 64  |
| <b>Tabel 4.8</b> Parameter Input CCSP .....                                         | 66  |
| <b>Tabel 4.9</b> Profil WF 250.125.6.9 .....                                        | 67  |
| <b>Tabel 4.10</b> Parameter Input <i>Strutting</i> .....                            | 68  |
| <b>Tabel 4.11</b> Parameter Tanah Lapisan 1 BH-2.....                               | 71  |
| <b>Tabel 4.12</b> Parameter Tanah Lapisan 1 – 6 CPTu-2.....                         | 76  |
| <b>Tabel 4.13</b> Reduksi Parameter Kuat Geser Tanah .....                          | 82  |
| <b>Tabel 4.14</b> SF Kesetimbangan Batas BH-2 .....                                 | 86  |
| <b>Tabel 4.15</b> Reduksi Parameter Kuat Geser Tanah .....                          | 87  |
| <b>Tabel 4.16</b> SF Kesetimbangan batas CPTu-2.....                                | 91  |
| <b>Tabel 4.17</b> Rekapitulasi Gaya <i>Strutting</i> dan Momen Maksimum BH-2.....   | 97  |
| <b>Tabel 4.18</b> Rekapitulasi Gaya <i>Strutting</i> dan Momen Maksimum CPTu-2..... | 102 |
| <b>Tabel 4.19</b> Rekapitulasi SF Stabilitas Dasar Galian BH-2.....                 | 104 |
| <b>Tabel 4.20</b> Rekapitulasi SF Stabilitas Dasar Galian CPTu-2.....               | 106 |
| <b>Tabel 4.21</b> Rekapitulasi Hasil LEM.....                                       | 107 |
| <b>Tabel 4.22</b> Data Parameter Tanah Lapisan 1 – 3 BH-2 .....                     | 109 |
| <b>Tabel 4.23</b> Data Parameter Tanah Lapisan 4 – 6 BH-2 .....                     | 110 |
| <b>Tabel 4.24</b> Data Parameter Tanah Lapisan 1 – 3 CPTu-2 .....                   | 111 |
| <b>Tabel 4.25</b> Data Parameter Tanah Lapisan 4 – 6 CPTu-2 .....                   | 112 |
| <b>Tabel 4.26</b> Data Parameter Tanah Lapisan 7 – 8 CPTu-2 .....                   | 113 |
| <b>Tabel 4.27</b> Rekapitulasi Output Gaya Dalam BH-2.....                          | 126 |
| <b>Tabel 4.28</b> Rekapitulasi Output Gaya Dalam CPTu-2 .....                       | 130 |
| <b>Tabel 4.29</b> Rekapitulasi Nilai Defleksi BH-2.....                             | 132 |
| <b>Tabel 4.30</b> Rekapitulasi Nilai Defleksi CPTu-2 .....                          | 134 |
| <b>Tabel 4.31</b> SF FEM BH-2.....                                                  | 136 |
| <b>Tabel 4.32</b> SF FEM CPTu-2 .....                                               | 138 |

|                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabel 4.33</b> Rekapitulasi Hasil FEM.....                  | 139 |
| <b>Tabel 4.34</b> Perbandingan Gaya Strutting LEM dan FEM..... | 144 |
| <b>Tabel 4.35</b> Perbandingan Momen Maksimum LEM dan FEM..... | 146 |
| <b>Tabel 4.36</b> Perbandingan Deformasi Lateral FEM.....      | 148 |
| <b>Tabel 4.37</b> Perbandingan SF LEM dan FEM .....            | 150 |
| <b>Tabel 4.38</b> Perbandingan Stabilitas Dasar Galian.....    | 154 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Lampiran 1.</b> Data Bore Log BH-2.....                                   | 166 |
| <b>Lampiran 2.</b> Data Tanah CPTu-2.....                                    | 167 |
| <b>Lampiran 3.</b> Data Tes Laboratorium BH-2.....                           | 168 |
| <b>Lampiran 4.</b> <i>Shop Drawing</i> Potongan CCSP .....                   | 169 |
| <b>Lampiran 5.</b> Perhitungan Manual LEM BH-2 MAT 0,5.....                  | 170 |
| <b>Lampiran 6.</b> Perhitungan Manual LEM BH-2 MAT 2,0.....                  | 174 |
| <b>Lampiran 7.</b> Perhitungan Manual LEM BH-2 MAT 6,0.....                  | 178 |
| <b>Lampiran 8.</b> Perhitungan Manual LEM CPTu-2 MAT 0,5 .....               | 182 |
| <b>Lampiran 9.</b> Perhitungan Manual LEM CPTu-2 MAT 2,0 .....               | 186 |
| <b>Lampiran 10.</b> Perhitungan Manual LEM CPTu-2 MAT 6,0 .....              | 190 |
| <b>Lampiran 11.</b> Gaya Geser FEM MAT 0,5 m BH-2 = 114,9 kN/m.....          | 194 |
| <b>Lampiran 12.</b> Gaya Geser FEM MAT 2,0 m BH-2 = 110,9 kN/m .....         | 194 |
| <b>Lampiran 13.</b> Gaya Geser FEM MAT 6,0 m BH-2 = 98,69 kN/m .....         | 194 |
| <b>Lampiran 14.</b> Momen Maksimum FEM MAT 0,5 m BH-2 = 179,3 kN.m/m.....    | 195 |
| <b>Lampiran 15.</b> Momen Maksimum FEM MAT 2,0 m BH-2 = 171,9 kN.m/m.....    | 195 |
| <b>Lampiran 16.</b> Momen Maksimum FEM MAT 6,0 m BH-2 = 161,8 kN.m/m.....    | 195 |
| <b>Lampiran 17.</b> Deformasi Lateral FEM MAT 0,5 m BH-2 = 0,02294 m .....   | 196 |
| <b>Lampiran 18.</b> Deformasi Lateral FEM MAT 2,0 m BH-2 = 0,02192 m .....   | 196 |
| <b>Lampiran 19.</b> Deformasi Lateral FEM MAT 6,0 m BH-2 = 0,02016 m .....   | 196 |
| <b>Lampiran 20.</b> Gaya Geser FEM MAT 0,5 m CPTu-2 = 129,3 kN/m.....        | 197 |
| <b>Lampiran 21.</b> Gaya Geser FEM MAT 2,0 m CPTu-2 = 126,3 kN/m.....        | 197 |
| <b>Lampiran 22.</b> Gaya Geser FEM MAT 6,0 m CPTu-2 = 122,9 kN/m.....        | 197 |
| <b>Lampiran 23.</b> Momen Maksimum FEM MAT 0,5 m CPTu-2 = 251,3 kN.m/m ..... | 198 |
| <b>Lampiran 24.</b> Momen Maksimum FEM MAT 2,0 m CPTu-2 = 245,4 kN.m/m ..... | 198 |
| <b>Lampiran 25.</b> Momen Maksimum FEM MAT 6,0 m CPTu-2 = 236,2 kN.m/m ..... | 198 |
| <b>Lampiran 26.</b> Deformasi Lateral FEM MAT 0,5 m CPTu-2 = 0,02638 m.....  | 199 |
| <b>Lampiran 27.</b> Deformasi Lateral FEM MAT 2,0 m CPTu-2 = 0,02609 m.....  | 199 |
| <b>Lampiran 28.</b> Deformasi Lateral FEM MAT 6,0 m CPTu-2 = 0,02560 m.....  | 199 |