

**ANALISIS STRUKTUR DINDING PENAHAN TANAH  
MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA DENGAN PROGRAM FEOST  
(Plane Elasticity Constant Strain Triangle)**



**DALAM TUGAS ARCHIT**

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik  
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**

**FITRI YULANDARI**

**03081001009**

**FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

S  
624.1807  
Pia  
a  
C.192208  
2012

**ANALISIS STRUKTUR DINDING PENAHAN TANAH  
MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA DENGAN PROGRAM PECST  
(Plane Elasticity Constant Strain Triangle)**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik  
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

**FITRI YULANDARI**

**03081001009**

**FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2012**

**FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

NAMA : FITRI YULANDARI  
NIM : 03081001009  
JUDUL : ANALISIS STRUKTUR DINDING PENAHAN TANAH  
MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA DENGAN  
PROGRAM PECST (*Plane Elasticity Constant Strain Triangle*)

Inderalaya, Desember 2012

Ketua Jurusan ,



Ir. H. Yakni Idris, M.Sc, MSCE  
NIP. 19581112 198703 1 002

**FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

NAMA : FITRI YULANDARI  
NIM : 03081001009  
JUDUL : ANALISIS STRUKTUR DINDING PENAHAN TANAH  
MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA DENGAN  
PROGRAM PECST (*Plane Elasticity Constant Strain Triangle*)

**PEMBIMBING TUGAS AKHIR**

Tanggal 15 / 2013

Pembimbing Utama



---

**Ir. H. Imron Fikri Astira, M.S**

**NIP. 19540224 198503 1 001**

# APLIKASI METODE ELEMEN HINGGA DENGAN PROGRAM *PECST* PADA STRUKTUR DINDING PENAHAN TANAH

## ABSTRAK

Dinding penahan tanah merupakan salah satu bangunan struktur yang mempunyai fungsi sangat penting yaitu sebagai penahan tanah. Salah satu penyebab kerusakan dinding penahan tanah ataupun longsor pada tanah adalah tidak kuatnya dinding penahan tanah dalam menahan gaya-gaya yang bekerja pada struktur tersebut. Gaya-gaya ini diakibatkan oleh tekanan yang dihasilkan oleh tanah yang dapat menyebabkan terjadinya bahaya guling, geser, maupun amblas.

Metode elemen hingga adalah salah satu metode yang berfungsi untuk menganalisis gaya-gaya yang bekerja pada suatu bangunan struktur secara *mikro*. Yaitu dengan cara membagi "*discretization*" struktur tersebut menjadi elemen-elemen kecil untuk kemudian dianalisa dengan program *PECST*.

Analisis dibuat dengan pemodelan dua dimensi atau elemen *shell*. Struktur dinding penahan tanah ditinjau terhadap beban-beban yang bekerja pada struktur tersebut seperti beban terhadap arah horizontal maupun vertikal. Hasil tegangan maksimum untuk berbagai jumlah elemen yang dibuat menghasilkan selisih bahwa semakin banyak elemen yang dibuat maka semakin kecil selisih yang terjadi sehingga tingkat keakuratan semakin tinggi. Pemodelan tiga dimensi disarankan untuk digunakan agar menghasilkan analisis yang lebih akurat.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan baik dan insyaallah penuh manfaat.

Laporan yang berjudul “analisis struktur dinding penahan tanah menggunakan metode elemen hingga dengan program pecest (*plane elasticity constant strain triangle*)” ini sedikitnya membahas masalah tentang perencanaan bentuk struktur yang memiliki bentuk, nilai tegangan, dan stabilitas yang efisien berdasarkan ilmu yang diperoleh selama perkuliahan di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

Dalam penyajian yang sederhana ini, penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki banyak kekurangan yang disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan yang ada pada diri penulis. Oleh sebab itulah setiap kritikan dan saran yang bersifat positif akan penulis terima dengan segala kerendahan hati dan lapang dada, karena hal ini merupakan suatu langkah untuk peningkatan kualitas diri.

Akhirnya penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu serta membimbing selama dalam penyusunan laporan ini. Ucapan terima kasih tersebut penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Ir. Yakni Idris, M.Sc, MSCE, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Budhi Setiawan, ST, MT, PhD, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. H. Imron Fikri Astira, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing utama dalam Tugas Akhir ini, yang mana beliau telah sabar membantu, meluangkan waktunya untuk membimbing serta memberi semangat agar Tugas Akhir ini selesai dengan baik sesuai dengan yang diharapkan.
4. Ibu, ayah, ayuk dwi, kak oka serta keluarga besar yang senantiasa memberikan banyak semangat dan kasih sayang setiap waktunya.
5. Teman-teman skripsi satu bimbingan serta teman-teman seangkatan 2008 yang selalu kompak dalam hal memberikan informasi, saling menyemangati serta telah memberikan bantuan dan inspirasi.

6. Pihak-pihak lain yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penyelesaian Tugas Akhir ini.

Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi setiap pembacanya dan dapat dipergunakan sebaik mungkin.

Palembang, Desember 2012

Penulis

UP. PEPUSTAKAAN  
 UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
 No. DAFTAR 130563  
 TANGGAL 19 220 13

**DAFTAR ISI**

**Halaman**

Halaman Judul ..... i  
 Halaman Pengesahan ..... ii  
 Halaman Persetujuan ..... iii  
 Halaman Persembahan..... iv  
 Abstrak..... v  
 Kata Pengantar..... vi  
 Daftar Isi ..... viii  
 Daftar Tabel ..... xi  
 Daftar Gambar ..... xii

**I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang ..... 1  
 1.2 Tujuan ..... 2  
 1.3 Ruang Lingkup Pembahasan ..... 2  
 1.4 Metode Pengumpulan Data..... 2  
 1.5 Sistematika Penulisan ..... 2

**II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Dinding Penahan Tanah..... 4  
 2.2 Macam-macam dinding penahan tanah berdasarkan material ..... 4  
 2.3 Jenis-jenis dinding penahan tanah berdasarkan stabilitas..... 5  
 2.4 Tekanan Tanah Lateral. .... 7  
 2.4.1 Tekanan Tanah Pada Keadaan Diam..... 8  
 2.4.2 Tekanan Tanah Aktif..... 8  
 2.4.3 Tekanan Tanah Pasif..... 9  
 2.5 Stabilitas Terhadap Gaya Eksternal ..... 9  
 2.6 Metode Elemen Hingga ..... 11  
 2.7 Konsep Dasar Metode Elemen Hingga..... 11  
 2.8 Tahapan Penggunaan Perangkat Lunak MEH..... 12  
 2.9 Tipe-tipe Elemen Dalam Metode Elemen Hingga..... 13



2.10	Konsep Dasar Elastisitas.....	14
2.10.1	Tegangan ( <i>Stress</i> ). .....	15
2.10.2	Gaya. ....	16
2.10.3	Regangan ( <i>Strain</i> ). .....	16
2.11	Sistem Koordinat Cartesian. ....	16
2.11.1	Titik Buhul dan Titik Simpul.....	17
2.11.2	Derajat Kebebasan. ....	17
2.12	Program PECST.....	17
2.12.1	Penyusunan Data Input. ....	17
2.12.2	Data Output.....	19

### III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Studi Literatur .....	21
3.2	Pengumpulan Data.....	21
3.3	Analisis Data.....	21
3.3.1	Analisis Secara Manual. ....	21
3.3.2	Analisis Dengan Program PECST. ....	22
3.3.2.1	Penyiapan Input Data.....	23
3.4	Analisis dan Pembahasan.....	27
3.5	Kesimpulan .....	27

### IV ANALISIS PEMBAHASAN

4.1	Data-data Perhitungan Analisis Struktur .....	28
4.1.1	Data Dinding Penahan Tanah. ....	28
4.2	Analisis Perhitungan Bentuk Dimensi 1 .....	29
4.2.1	Perhitungan Manual.....	29
4.2.2	Perhitungan Menggunakan Program PECST. ....	40
4.3	Analisis Perhitungan Bentuk Dimensi 2 .....	49
4.3.1	Perhitungan Manual.....	49
4.3.2	Perhitungan Menggunakan Program PECST. ....	58
4.4	Pembahasan	
4.4.1	Bentuk dan dimensi dinding penahan tanah. ....	67
4.4.2	Kestabilan dinding penahan tanah. ....	67
4.4.3	Tegangan.....	68

**V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan ..... 69

5.2 Saran ..... 69

**DAFTAR PUSTAKA.....70**

## DAFTAR TABEL

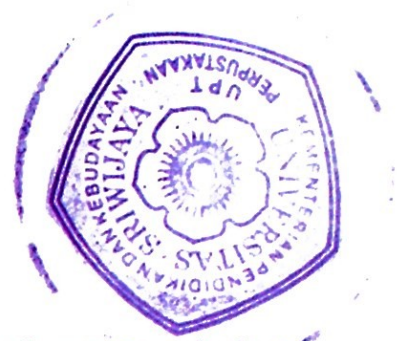
	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 Nilai-nilai Faktor Kapasitas Daya Dukung Terzaghi.....	10
Tabel 4.1 Perhitungan Beban Mati .....	31
Tabel 4.2 Rekapitulasi tegangan elemen 285 buah.....	35
Tabel 4.3 Rekapitulasi tegangan elemen 964 buah.....	36
Tabel 4.4 Rekapitulasi tegangan elemen 3705 buah.....	37
Tabel 4.5 <i>Input data</i> menggunakan program <i>PECST</i> .....	41
Tabel 4.6 Perhitungan beban tanah aktif ( $P_{a1}$ ).....	43
Tabel 4.7 Perhitungan beban tanah aktif ( $P_{a2}$ ).....	44
Tabel 4.8 Perhitungan beban tanah pasif.....	45
Tabel 4.9 Perbandingan manual dan <i>PECST</i> pada 285 elemen.....	46
Tabel 4.10 Perbandingan manual dan <i>PECST</i> pada 964 elemen.....	47
Tabel 4.11 Perbandingan manual dan <i>PECST</i> pada 3705 elemen.....	48
Tabel 4.12 Perhitungan Beban Mati .....	51
Tabel 4.13 Rekapitulasi tegangan elemen 183 buah.....	54
Tabel 4.14 Rekapitulasi tegangan elemen 636 buah.....	55
Tabel 4.15 Rekapitulasi tegangan elemen 2265 buah.....	57
Tabel 4.16 <i>Input data</i> menggunakan program <i>PECST</i> .....	60
Tabel 4.17 Perhitungan beban tanah aktif ( $P_{a1}$ ).....	61
Tabel 4.18 Perhitungan beban tanah aktif ( $P_{a2}$ ).....	62
Tabel 4.19 Perhitungan beban tanah pasif.....	63
Tabel 4.20 Perbandingan manual dan <i>PECST</i> pada 183 elemen.....	64
Tabel 4.21 Perbandingan manual dan <i>PECST</i> pada 636 elemen.....	65
Tabel 4.22 Perbandingan manual dan <i>PECST</i> pada 2265 elemen.....	66
Tabel 4.23 Bentuk dan dimensi dinding penahan tanah .....	67
Tabel 4.24 Kontrol kestabilan dinding penahan tanah .....	68
Tabel 4.25 Selisih tegangan.....	68

# DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Dinding gravitasi.....	5
Gambar 2.2 Dinding kantilever .....	6
Gambar 2.3 Tekanan tanah pada keadaan diam. ....	8
Gambar 2.4 Dinding yang berotasi akibat tekanan aktif tanah.....	9
Gambar 2.5 Akibat bahaya guling .....	9
Gambar 2.6 Akibat bahaya geser .....	10
Gambar 2.7 Akibat bahaya amblas.....	10
Gambar 2.8 Elemen satu dimensi .....	13
Gambar 2.9 Elemen dua dimensi segitiga dan segiempat .....	14
Gambar 2.10 Elemen tiga dimensi tetrahedral dan balok.....	14
Gambar 2.11 Tegangan bidang pada elemen yang sangat kecil.....	15
Gambar 2.12 Contoh Data Input (dalam Notepad).....	18
Gambar 2.13 Program PESCT.EXE.....	18
Gambar 3.1 Bagan alir metodologi penelitian.....	20
Gambar 3.2 Pembagian dinding penahan tanah menjadi elemen-elemen segitiga.....	23
Gambar 4.1 Model struktur dinding penahan tanah .....	28
Gambar 4.2 Beban yang bekerja pada dinding penahan tanah .....	29
Gambar 4.3 Pembagian Segmen Dinding Penahan Tanah .....	31
Gambar 4.4 Pembagian Segmen untuk menghitung tegangan .....	34
Gambar 4.5 Pembagian dinding penahan tanah menjadi elemen-elemen segitiga.....	38
Gambar 4.6 Beban yang bekerja pada dinding penahan tanah .....	45
Gambar 4.7 Pembagian Segmen Dinding Penahan Tanah .....	46
Gambar 4.8 Pembagian Segmen untuk menghitung tegangan .....	49
Gambar 4.9 Pembagian dinding penahan tanah menjadi elemen-elemen segitiga.....	53

# BAB I

## PENDAHULUAN



### 1.1 Latar Belakang

Bangunan struktur merupakan hal yang sangat penting untuk menopang berbagai gaya yang bekerja di atasnya baik yang diakibatkan oleh air, tanah, beban mati, beban hidup dsb. Begitu juga dengan bangunan struktur penahan tanah/turap. Dinding penahan tanah merupakan salah satu bangunan struktur yang mempunyai fungsi sangat penting yaitu sebagai penahan tanah.

Salah satu penyebab kerusakan dinding penahan tanah ataupun longsor pada tanah adalah tidak kuatnya dinding penahan tanah dalam menahan gaya-gaya yang bekerja pada struktur tersebut. Gaya-gaya ini diakibatkan oleh tekanan yang dihasilkan oleh tanah yang dapat menyebabkan terjadinya bahaya guling, geser, maupun amblas. Sehingga perlu dilakukan suatu analisis terhadap struktur dinding penahan tanah baik secara *makro* maupun secara *mikro*.

Metode elemen hingga ini dapat digunakan untuk menyelesaikan berbagai masalah. Daerah yang dianalisis dapat mempunyai bentuk, beban, dan kondisi batas elemen yang sembarang. Jaring-jaringnya dapat terdiri atas elemen yang berbeda jenis, bentuk dan besaran fisiknya. Sehingga dengan perkembangan komputer, hal ini menjadi lebih mudah, karena berbagai hal tersebut dapat digabung pada satu program komputer, dengan menyiapkan data pemilihan jenis, geometri, kondisi batas, elemen dan sebagainya.

Metode elemen hingga adalah salah satu metode yang berfungsi untuk menganalisis gaya-gaya yang bekerja pada suatu bangunan struktur secara *mikro*. Sehingga dapat digunakan untuk menganalisis struktur turap. Yaitu dengan cara membagi "*discretization*" struktur turap menjadi elemen-elemen kecil untuk kemudian dianalisa dengan program *PECST*.

Struktur dinding penahan tanah yang dibahas pada laporan Tugas Akhir ini adalah struktur dinding penahan tanah dengan dimensi, data-data input geometri dan karakteristik tanah yang telah direncanakan terlebih dahulu.

## 1.2 Tujuan

Beberapa tujuan dari dibuatnya laporan ini ialah:

- a. Untuk mempelajari bentuk dan gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah
- b. Mengetahui tingkat keamanan bangunan struktur dinding penahan tanah terhadap bahaya guling, geser, dan ambblas
- c. Mengaplikasikan program PECST (*Plane Elasticity Constant Strain Triangle*) dan perhitungan manual
- d. Membandingkan tegangan yang terjadi berdasarkan perhitungan manual dan hasil dari program PECST (*Plane Elasticity Constant Strain Triangle*)

## 1.3 Ruang Lingkup Pembahasan

Agar masalah yang dibahas lebih jelas dan tidak meluas maka pembahasan dalam laporan tugas akhir ini hanya dibatasi pada perhitungan struktur yang menitikberatkan pada tegangan dan stabilitas yang terjadi pada struktur dinding penahan tanah.

## 1.4 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu:

- a. Mencari data mengenai bentuk-bentuk dinding penahan tanah yang akan dianalisis.
- b. Mempelajari literatur yang berkaitan dengan tinjauan yang dibahas
- c. Melakukan konsultasi secara berkala dengan dosen pembimbing.
- d. Memahami cara perhitungan dengan menggunakan metode elemen hingga yang dibantu dengan program PECST.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan laporan ini, dibagi menjadi lima bab dengan sistematika pembahasan sebagai berikut:

- a. Bab I. Pendahuluan

Pembahasan mengenai latar belakang, maksud dan tujuan penulisan, ruang lingkup penulisan, metode pengumpulan data dan sistematika penulisan.

b. Bab II. Tinjauan Pustaka

Pembahasan mengenai pengertian metode elemen hingga serta dasar teori yang berkaitan dengan pembahasan dalam penelitian.

c. Bab III. Metodologi Penelitian

Pembahasan mengenai informasi singkat tentang rencana kerja, ruang lingkup penelitian yang akan dibahas dan cara penggunaan program PECST.

d. Bab IV. Analisis dan Pembahasan

Bab ini berisi tentang pembahasan dan pengolahan data-data yang telah ditentukan menggunakan metode Elemen Hingga dengan menggunakan *software* PECST.

e. Bab V. Penutup

Berisi kesimpulan yang merupakan hasil akhir penelitian, dan saran yang diungkapkan penulis untuk pembaca maupun peneliti-peneliti selanjutnya.

**DAFTAR PUSTAKA**

- W, Hadipratomo, *Dasar-dasar Metode Elemen Hingga*, Penerbit PT. Danamartha Sejahtera Utama, Bandung, 2005.
- W, Weaver & PR, Johnston, *Elemen Hingga untuk Analisis Struktur*, Penerbit Eresco, Bandung, 1989.
- CS, Desai, *Dasar-dasar Metode Elemen Hingga*, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1988.
- LS, Daniel, *Struktur*, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1999.
- L, Frank, *Applied Finite Element Analysis For Engineers*, Florida Institute of Technology, 1985.