

**PERBANDINGAN EFISIENSI PERENCANAAN PERKUATAN LERENG  
PADA BANGUNAN PELIMPAH WADUK PACAL MENGGUNAKAN  
DINDING PENAHAN TANAH TIPE KANTILEVER DAN TIPE BRONJONG**

**TUGAS AKHIR**



**OLEH:**

**MOHAMMAD WILDAN ROMADLON**  
**19035010041**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”  
JAWA TIMUR  
2024**

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**PERBANDINGAN EFISIENSI PERENCANAAN PERKUATAN LERENG  
PADA BANGUNAN PELIMPAH WADUK PACAL MENGGUNAKAN  
DINDING PENAHAN TANAH TIPE KANTILEVER DAN TIPE  
BRONJONG**

Disusun Oleh:  
**MOHAMMAD WILDAN ROMADLON**

**NPM. 19035010041**

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 Kamis, 5 Desember 2024

**Pembimbing:**

**1. Pembimbing Utama**

**Dian Purnamawati S., S.T., M.Sc.**

**NIP. 198903042019032017**

**2. Pembimbing Pendamping**

**Himatul Farichah, S.T., M.Sc.**

**NIP. 19931226 202012 2 013**

**Tim Penguji:**

**1. Penguji I**

**Dr. Ir. Minarni Nur Trilita, M.T.**

**NIP. 196902081994032001**

**2. Penguji II**

**Sumaidi, S.T. M.T.**

**NIP. 379090502041**

**3. Penguji III**

**Dr. Yerry Kahaditu F., S.T., M.T.**

**NIP. 20119860129207**

**Mengetahui.**

**Dekan Fakultas Teknik dan Sains**

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

**NIP. 19650403 199103 2 001**

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**PERBANDINGAN EFISIENSI PERENCANAAN PERKUATAN LERENG  
PADA BANGUNAN PELIMPAH WADUK PACAL MENGGUNAKAN  
DINDING PENAHAN TANAH TIPE KANTILEVER DAN TIPE  
BRONJONG**

**Disusun Oleh:**

**MOHAMMAD WILDAN ROMADLON**

**NPM. 19035010041**

**Telah duji, dipertahankan dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir  
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur  
Pada Hari Kamis, 5 Desember 2024**

**Dosen Pembimbing Utama**

**Dosen Pembimbing Pendamping**

**Dian Purnamawati Solin, S.T., M.Sc.**

**Himatul Farichah, S.T., M.Sc.**

**NIP. 198903042019032017**

**NIP. 19931226 202012 2 013**

**Mengetahui.  
Dekan Fakultas Teknik**

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

**NIP. 19650403 199103 2 001**

## SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mohammad Wildan Romadlon  
NPM : 19035010041  
Fakultas / Program Studi : Teknik dan Sains / Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Perbandingan Efisiensi Perencanaan Perkuatan  
Lereng Pada Bangunan Pelimpah Waduk Pacal  
Menggunakan Dinding Penahan Tanah Tipe  
Kantilever Dan Tipe Bronjong

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 09 Desember 2024

Yang Menyatakan,



(Mohammad Wildan Romadlon)  
NPM: 19035010041

**PERBANDINGAN EFISIENSI PERENCANAAN PERKUATAN LERENG  
PADA BANGUNAN PELIMPAH WADUK PACAL MENGGUNAKAN  
DINDING PENAHAN TANAH TIPE KANTILEVER DAN TIPE  
BRONJONG**

**Oleh:**

**MOHAMMAD WILDAN ROMADLON**

**NPM. 19035010041**

**ABSTRAK**

Pada bangunan pelimpah Waduk Pacal dibangun DPT tipe bronjong pada lereng Sungai area intake. Dalam tugas akhir ini, penulis ingin meneliti bagaimana efisiensi lereng bangunan pelimpah bendungan pacal yang pada bangunan eksisting digunakan perkuatan tipe bronjong jika diganti dengan *retaining wall* tipe kantilever karena mempertimbangkan beberapa aspek yakni; adanya erosi yang disebabkan oleh gerusan air sungai, proses konstruksi dan umur rencana bangunan yang dapat direncanakan dengan lebih presisi dan dibagian dasar merupakan tanah lempung dengan tingkat plastisitas tinggi dan memiliki nilai NSPT yang sangat tinggi dengan koefisien permeabilitas  $k = 3.99E-06$  dan ketebalan lapisan berkisar antara 1 - 4.5 m yang rentan menyebabkan kelongsoran pada struktur di atasnya.

Metode pelaksanaan penelitian ini yakni menghitung secara manual dan menggunakan software plaxis nilai stabilitas dinding penahan tanah tipe kantilever dan bronjong, menghitung RAB antar kedua tipe DPT, menghitung durasi Pembangunan dan menghitung umur rencana dari kedua DPT lalu membandingkan efisiensi antar kedua DPT dari beberapa aspek di atas.

Pada perhitungannya DPT kantilever mempunyai nilai SF akhir pada plaxis yang lebih besar dari pada DPT bronjong yakni 2,65 dan 2,33 pada BPR 3 dan 2,87 dan 2.5 pada BPR 5, dalam hal ini stabilitas DPT kantilever lebih besar daripada DPT bronjong. Dalam segi mutu, DPT kantilever lebih dapat diperkirakan umur rencananya melalui pendekatan-pendekatan dan standarisasi yakni 50 tahun. Sedangkan untuk DPT bronjong, penelitian umur rencana melalui penelitian terdahulu mengenai korosi terhadap material penyusun bronjong yakni kawat penyusun bronjong tersebut yang hanya berumur 9 sampai 15 tahun pada kondisi kawat terendam air sungai, dalam hal ini, DPT kantilever memiliki umur rencana yang lebih lama dari pada DPT bronjong. Dan dalam segi ekonomisnya, DPT bronjong menelan anggaran yang lebih besar yakni Rp. 1.598.570.507 dari DPT kantilever yakni Rp. 1.151.414.460.

Kata kunci : Lereng, bendungan, stabilitas, bronjong dan DPT kantilever.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Perbandingan Efisiensi Perencanaan Perkuatan Lereng Pada Bangunan Pelimpah Waduk Pacal Menggunakan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever dan Tipe Bronjong”**. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Strata-1 (S1) di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

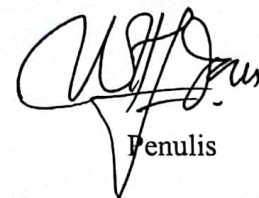
Adapun dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis memperoleh bantuan dan bimbingan serta banyak dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Hendrata Wibisana, M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Dian Purnawati Solin, S.T. M.Sc. selaku dosen pembimbing pertama yang sangat luar biasa pada penulisan tugas akhir ini.
4. Himatul Farichah, S.T. M.Sc. selaku dosen pembimbing kedua yang sangat luar biasa pada penulisan tugas akhir ini.
5. Kepada Ayah Khoirul Anas dan Ibu Fatichatul Umroh serta seluruh keluarga yang telah banyak memberikan dukungan, do'a, nasehat, dan juga kasih saying sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini.

6. Kepada Ine Aulia Agustin yang turut serta memberikan dorongan, bantuan, semangat dan support kepada penulis, sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Kepada teman-teman kuliah. teman-teman organisasi IPNU, PMII, IKAMALA dan teman-teman satu program studi lainnya yang telah memberikan semangat dan motivasi dalam penyusunan tugas akhir ini.

Walaupun Tugas Akhir ini jauh dari kata sempurna, harapan penulis semoga Tugas Akhir ini memberikan manfaat bagi para pembaca. Demi kemajuan penulis, penulis juga mengharapkan adanya masukan berupa kritik dan saran yang berguna. Penulis juga memohon maaf atas kekurangan yang ada pada Tugas Akhir ini.

Surabaya, 19 Juni 2024



Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Lokasi Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Stabilitas Lereng.....	6
2.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kestabilan Lereng.....	8
2.3 Macam-macam Dinding Penahan Tanah.....	9
2.3.1 Dinding Penahan Tanah Metode Gravitasi.....	9
2.3.2 Dinding Penahan Tanah Metode Kantilever.....	9
2.3.3 Dinding Penahan Tanah Metode Semi Counterfort.....	10
2.3.4 Dinding Penahan Tipe Turap (Sheet Pile) .....	11
2.3.5 Dinding Penahan Bronjong (Gabion).....	11



2.3.6 Dinding Penahan Tanah Secant Pile.....	11
2.4 Kegagalan Struktur Lereng.....	12
2.5 Perencanaan Stabilitas Lereng Menggunakan Dinding Penahan Tanah	18
2.5.1 Gaya-gaya yang Bekerja pada Dinding Penahan Tanah.....	18
2.5.2 Beban yang Bekerja.....	19
2.5.3 Gaya Hidrostatik.....	20
2.5.4 Cek Stabilitas Dinding Penahan Tanah .....	20
2.6 Analisis Dinding Penahan Tanah Menggunakan Program Plaxis	21
2.6.1 Buka Program Plaxis.....	21
2.6.2 Plaxis Calculation.....	27
2.6.3 Plaxis Output.....	28
<b>BAB III OBJEK DAN METODE PENELITIAN .....</b>	<b>29</b>
3.1 Objek Penelitian.....	29
3.2 Metode dan Desain Penelitian.....	31
3.3 Sumber Data.....	32
3.4 Langkah-langkah Penelitian.....	32
3.5 Analisis Data dan Perhitungan.....	33
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>55</b>
4.1 Permodelan Lereng.....	55
4.2 Teknis Pengambilan Data.....	56
4.3 Data Standart Penetration Test (N-SPT).....	57
4.4 Tabulasi hasil koreksi dan korelasi data N-SPT.....	64
4.5 Perhitungan Manual Dinding Penahan Tanah Bronjong (Eksisting) Dan Kantilever.....	65
4.5.1 Perhitungan dinding penahan tanah bronjong (eksisting) ....	66
4.5.2 Perhitungan manual DPT Kantilever.....	74

4.6	Perhitungan menggunakan <i>Software Plaxis</i> .....	94
4.6.1	Perhitungan DPT eksisting (Bronjong) .....	94
4.7	Menghitung RAB dinding penahan tanah tipe bronjong dan kantilever... 0	10
4.7.1	Menghitung RAB dinding penahan tanah tipe bronjong.....	100
4.7.2	Menghitung RAB dinding penahan tanah tipe kantilever.....	100
4.8	Menghitung Durasi Jika Dikerjakan oleh jumlah pekerja yang direncanakan.....	101
4.8.1	Menghitung Durasi Pada Pembangunan DPT Bronjong.....	102
4.8.2	Menghitung Durasi Pada Pembangunan DPT Kantilever .....	102
4.9	Perhitungan Durabilitas DPT bronjong dan DPT kantilever.....	105
4.10	Perbandingan efisiensi DPT bronjong dan kantilever.....	107
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>109</b>
5.1	Kesimpulan.....	109
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>110</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lokasi penelitian .....	5
Gambar 1. 2 Lokasi Spillway Bendungan Pacal.....	5
Gambar 2. 1 Analisis Stabilitas Lereng .....	7
Gambar 2. 2 Dinding penahan tanah tipe gravitasi.....	9
Gambar 2. 3 Dinding penahan tanah tipe kantilever.....	10
Gambar 2. 4 Dinding penahan tanah tipe counterford.....	10
Gambar 2. 5 Gelincir translasi .....	13
Gambar 2. 6 Gelincir rotasi.....	14
Gambar 2. 7 Gerakan Nendatan.....	14
Gambar 2. 8 Tipe keruntuhan gelincir kombinasi.....	15
Gambar 2. 9 Gerakan keruntuhan jatuhnya tanah.....	15
Gambar 2. 10 Gerakan keruntuhan jungkiran tanah .....	16
Gambar 2. 11 Tipe keruntuhan aliran .....	17
Gambar 2. 12 Permodelan dinding penahan tanah.....	18
Gambar 2. 13 Kotak dialog create / open.....	21
Gambar 2. 14 Tab project jendela general setting.....	22
Gambar 2. 15 Tab dimension.....	23
Gambar 2. 16 Lembar tab general dari jendela material shets.....	25
Gambar 2. 17 Lembar tab parameters dari jendela material shets .....	25
Gambar 2. 18 Jaring elemen hingga (Meshing).....	26
Gambar 2. 19 Tekanan air pori .....	26
Gambar 2. 20 Tumpuan pada tahap kalkulasi.....	27
Gambar 2. 21 Pemilihan titik kurva yang dijangkau.....	27
Gambar 3. 1 Peta lokasi perencanaan .....	29
Gambar 3. 2 Desain pemasangan bronjong pada bangunan eksisting .....	30
Gambar 3. 3 Pemasangan bronjong (bangunan eksisting).....	30
Gambar 3. 4 Alternatif dinding penahan tanah tipe kantilever .....	31
Gambar 3. 5 Diagram penelitian.....	33
Gambar 3. 6 Titik lokasi pengeboran pada lokasi Bendungan Pacal.....	34
Gambar 3. 7 Hubungan Sudut Geser dengan $N'$ .....	45
Gambar 3. 8 Diagram tekanan tanah aktif .....	45

Gambar 3. 9 Diagram lingkaran mohr .....	47
Gambar 3. 10 Diagram tekanan tanah pasif.....	48
Gambar 3. 11 Diagram gaya uplift.....	50
Gambar 3. 12 Diagram tekanan hidrostatis.....	50
Gambar 3. 13 Diagram gaya rotasi guling .....	52

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Lokasi pengeboran pada proyek bendungan pacal .....	35
Tabel 3. 2 Data NSPT proyek bendungan pacal .....	35
Tabel 3. 3 Uji permeabilitas proyek bendungan pacal .....	38
Tabel 3. 4 Hasil lab tanah proyek bendungan pacal.....	40
Tabel 3. 5 Koefisien koreksi N-SPT terhadap alat.....	42
Tabel 3. 6 Korelasi yang digunakan dalam uji N-SPT terhadap C .....	44
Tabel 4. 1 Data Tanah Lapangan N-SPT .....	58
Tabel 4. 2 Tabel N <sub>60</sub> .....	59
Tabel 4. 3 Tabel (N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub> .....	60
Tabel 4. 4 Koreksi (N <sub>1</sub> ) <sub>60 corr</sub> .....	61
Tabel 4. 5 Korelasi N-SPT terhadap berat jenis tanah .....	62
Tabel 4. 6 Korelasi yang digunakan dalam uji N-SPT terhadap C .....	63
Tabel 4. 7 Korelasi N-SPT terhadap sudut geser .....	63
Tabel 4. 8 Tabulasi hasil koreksi dan korelasi N-SPT .....	64
Tabel 4. 9 Tabulasi hasil perhitungan tegangan vertikal dan horizontal tanah aktif.....	66
Tabel 4. 10 Tabulasi hasil perhitungan tegangan vertical dan horizontal tanah pasif.....	67
Tabel 4. 11 Tabulasi hasil perhitungan momen akibat tekanan aktif tanah .....	69
Tabel 4. 12 Tabulasi hasil perhitungan momen akibat tekanan pasif tanah.....	69
Tabel 4. 13 Tabulasi hasil perhitungan W bronjong .....	70
Tabel 4. 14 Tabulasi hasil perhitungan momen akibat berat bronjong .....	71
Tabel 4. 15 Tabulasi hasil perhitungan q max dan q min .....	74
Tabel 4. 16 Tabulasi hasil perhitungan q ult .....	74
Tabel 4, 17 menghitung SF sliding .....	79
Tabel 4, 18 menghitung q max dan q min.....	80
Tabel 4, 19 menghitung q ult .....	81
Tabel 4. 20 Tabulasi hasil perhitungan manual stabilitas DPT bronjong dan DPT kantilever .....	81
Tabel 4. 21 Kebutuhan penulangan pada DPT Kantilever.....	93
Tabel 4, 22 Tabulasi hasil total <i>displacement output</i> dari <i>Plaxis calculation</i> .....	98
Tabel 4. 23 Tabulasi hasil vertical displacement output dari Plaxis calculation.....	99
Tabel 4. 24 Tabulasi hasil horizontal displacement output dari Plaxis calculation .....	99
Tabel 4. 25 Tabulasi hasil horizontal displacement output dari Plaxis calculation .....	99

Tabel 4.26 Perhitungan RAB DPT bronjong .....	100
Tabel 4.27 Perhitungan RAB DPT kantilever .....	101
Tabel 4, 28 Indicative design working life .....	105
Tabel 4.29 Kelas paparan kondisi lingkungan .....	106
Tabel 4.30 Persyaratan untuk beton dengan kelas paparan.....	106

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Mesh DPT bronjong BPR 3 .....	111
Lampiran 2 Gambar MAT DPT Bronjog BPR 3 .....	112
Lampiran 3 Gambar Calc DPT bronjong BPR 3 .....	113
Lampiran 4 Gambar Mesh DPT bronjong BPR 5 .....	114
Lampiran 5 Gambar MAT DPT Bronjog BPR 5 .....	115
Lampiran 6 Gambar Calc DPT bronjong BPR 5 .....	116
Lampiran 7 Gambar Mesh DPT Kantilever BPR 3 .....	117
Lampiran 8 Gambar MAT DPT kantilever BPR 3 .....	118
Lampiran 9 Gambar Calc DPT kantilever BPR 3 .....	119
Lampiran 10 Gambar Mesh DPT Kantilever BPR 5 .....	120
Lampiran 11 Gambar MAT DPT kantilever BPR 5 .....	121
Lampiran 12 Gambar Calc DPT kantilever BPR 5 .....	122
Lampiran 13 Total displacement SF akhir DPT bronjong BPR 3 .....	123
Lampiran 14 Total displacement SF akhir DPT bronjong BPR 5 .....	124
Lampiran 15 Total displacement SF akhir DPT bronjong BPR 3 .....	125
Lampiran 16 Total displacement SF akhir DPT kantilever BPR 5 .....	126