

**ANALISIS TEGANGAN PADA TUBUH BANGUNAN
DINDING PENAHAN TANAH (DPT)
AKIBAT TEKanan HIDROLIS DAN TEKanan *LATERAL*
MENGUNAKAN PROGRAM SAP2000**

(SKRIPSI)

Oleh

**DENDI CHOIRULLOH
NPM 2015011013**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

ANALISIS TEGANGAN PADA TUBUH BANGUNAN DINDING PENAHAN TANAH (DPT) AKIBAT TEKANAN HIDROLIS DAN TEKANAN *LATERAL* MENGUNAKAN PROGRAM SAP2000

Oleh

DENDI CHOIRULLOH

Dinding penahan tanah merupakan elemen penting dalam konstruksi teknik sipil yang berfungsi menahan pergerakan tanah dan tekanan air, sehingga mencegah longsor dan kerusakan struktur. Tujuan penelitian adalah menganalisis distribusi tegangan pada struktur dinding penahan tanah (DPT) akibat tekanan. Metodologi menggunakan SAP2000 untuk menganalisis tegangan pada tubuh bangunan tersebut. Gaya akibat tanah dan air diaplikasikan pada model untuk mengamati distribusi tegangan yang terjadi pada tubuh bangunan tersebut. Hasil penelitian menunjukkan seluruh distribusi tegangan maksimum memperlihatkan tren peningkatan, dengan nilai koefisien determinasi (R^2) yang tinggi antara 0.98 hingga 1. Hal ini menunjukkan bahwa trendline yang dihasilkan sangat dekat dengan data aktual dari analisis struktural. Data distribusi tegangan menghasilkan grafik yang mempermudah dalam menentukan tegangan. Dari grafik tersebut diperoleh tegangan maksimum horizontal terbesar terjadi akibat tekanan tanah lateral sebesar 17.344,9 kN/m², sedangkan tegangan maksimum vertikal terbesar terjadi akibat berat sendiri ditambah tekanan vertikal sebesar 7.620,56 kN/m². Kesimpulannya adalah grafik distribusi tegangan yang diperoleh dapat digunakan sebagai metode cepat untuk menentukan nilai distribusi tegangan.

Kata Kunci: Analisis Struktur, Program Komputer, Air, Tanah, dan Tegangan.

ABSTRACT

STRESS ANALYSIS OF BUILDING BODY RETAINING WALL (RW) DUE TO HYDRAULIC PRESSURE AND LATERAL PRESSURE USING SAP2000 PROGRAM

By

DENDI CHOIRULLOH

Retaining wall is an important element in civil engineering construction that functions to resist soil movement and water pressure, thus preventing landslides and structural damage. The purpose of the research is to analyze the stress distribution in the soil retaining wall (RW) structure due to pressure. The methodology uses SAP2000 to analyze the stress in the building body. Forces due to soil and water were applied to the model to observe the stress distribution on the building body. The results showed that all maximum stress distributions showed an increasing trend, with high coefficient of determination (R^2) values ranging from 0.98 to 1. This indicates that the resulting trendlines are very close to the actual data from the structural analysis. The stress distribution data produces a graph that makes it easier to determine the stresses. From the graph, the largest horizontal maximum stress occurred due to lateral soil pressure of 17344.9 kN/m², while the largest vertical maximum stress occurred due to self-weight plus vertical pressure of 7620.56 kN/m². It is concluded that the stress distribution graph obtained can be used as a quick method to determine stress distribution values.

Keywords: Structure Analysis, Computer Program, Water, Soil, and Stresses

**ANALISIS TEGANGAN PADA TUBUH BANGUNAN
DINDING PENAHAN TANAH (DPT)
AKIBAT TEKANAN HIDROLIS DAN TEKANAN LATERAL
MENGUNAKAN PROGRAM SAP2000**

Oleh:

DENDI CHOIRULLOH

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : **ANALISIS TEGANGAN
PADA TUBUH BANGUNAN
DINDING PENAHAN TANAH
(DPT) AKIBAT TEKANAN HIDROLIS
DAN TEKANAN LATERAL
MENGUNAKAN PROGRAM SAP2000**

Nama Mahasiswa : **Dendi Choirulloh**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2015011013

Program Studi : **Teknik Sipil**

Fakultas : **Teknik**




1. Komisi Pembimbing


Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T.
NIP. 196910302000031001


Ir. Aminudin Syah, S.T., M.Eng.
NIP. 198803232019031019

2. Ketua Jurusan Teknik Sipil

3. Ketua Prodi Teknik Sipil


Sasana Putra, S.T., M.T.
NIP. 196911112000031002


Dr. Suyadi, S.T., M.T.
NIP. 197412252005011003

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T.



Sekretaris : Ir. Aminudin Syah, S.T., M.Eng.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Hj. Yuda Romdania, S.T., M.T.**



Dekan Fakultas Teknik

Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.
NIP. 197509282001121002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 18 Juli 2024

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan sebenarnya bahwa:

1. Skripsi yang berjudul Analisis Tegangan pada Tubuh Bangunan Dinding Penahan Tanah (DPT) Akibat Tekanan Hidrolis dan Tekanan Lateral menggunakan Program SAP2000. Dalam pengerjaan skripsi tersebut, saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut dengan plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah tersebut diserahkan sepenuhnya kepada para dosen peneliti tersebut dan Universitas Lampung.

Atas pernyataan di atas, jika di kemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Juli 2024



Dengan Choirulloh

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bumi Agung pada tanggal 08 Desember 2001. Penulis merupakan anak ketiga dari Bapak Sahudi dan Ibu Ngatinah. Penulis merupakan 3 bersaudara dengan memiliki 2 (dua) orang kakak bernama Nurhidayati dan Dian Lukmana.

Penulis memulai pendidikan di SDN Kejadian yang diselesaikan pada tahun 2014. Pada tahun 2017, penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Natar dan melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Natar yang diselesaikan pada tahun 2020. Penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung pada tahun 2020.

Pada Agustus 2023, penulis mengikuti Kerja Praktik pada Proyek Pembangunan Gedung Rumah Sakit Bhayangkara Bandar Lampung. Sedangkan pada Januari – Februari 2023, penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata di Desa Sridadi, Wonosobo, Kabupaten Tanggamus. Penulis telah menyelesaikan tugas akhir penelitian dengan judul Analisis Tegangan pada Tubuh Bangunan Dinding Penahan Tanah (DPT) Akibat Tekanan Hidrolis dan Tekanan Lateral Menggunakan Program SAP2000. Selama menjadi mahasiswa, penulis juga aktif dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) Universitas Lampung sebagai anggota bidang Departemen Penelitian dan Pengembangan dengan periode kepengurusan tahun 2022/2023.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbilalamin, Ku ucapkan Syukur atas Karunia-Mu. Akhirnya dapat menyelesaikan karya yang semoga menjadikanku insan yang berguna, bermanfaat, dan bermartabat.

Kedua Orang Tua dan Kakak

Aku persembahkan skripsi ini kepada bapak dan ibuku yang selalu memberikan ketenangan, kenyamanan, motivasi, doa terbaik dan menyisihkan finansialnya, sehingga bisa menyelesaikan masa studiku. Untuk kakakku yang selalu mensupport selama masa kuliah.

Dosen Teknik Sipil

Terima kasih kepada seluruh dosen jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan arahan dan dedikasinya serta ilmu yang bermanfaat selama proses perkuliahan. Tidak sungkan untuk meluangkan waktunya untuk membimbing hingga terselesainya skripsi ini.

MOTTO

“Dan kehidupan dunia ini tidak lain hanyalah kesenangan dunia yang menipu.”

(Q.S. Al – Hadid: 20)

“Waktu bagaikan pedang. Jika tidak memanfaatkannya dengan baik, maka ia akan memanfaatkanmu.”

(HR Muslim)

“If you have time to think about a beautiful end, then just live beautifully 'til the end”

(Jika Anda memiliki waktu untuk berfikir tentang akhir yang indah, maka hiduplah dengan indah sampai akhir)”

(Sakata Gintoki)

“Seseorang yang berani membuang satu jam waktunya, ia tidak mengetahui nilai dari kehidupan.”

(Charles Darwin)

SANWACANA

Atas berkat rahmat hidayat Allah S.W.T. dengan mengucapkan puja – puji syukur Alhamdulillah, penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Tegangan pada Tubuh Bangunan Dinding Penahan Tanah (DPT) Akibat Tekanan Hidrolis dan Tekanan Lateral Menggunakan SAP2000” sebagai salah satu syarat dalam mendapatkan gelar Sarjana Teknik Sipil di Universitas Lampung. Diharapkan dengan terselesainya skripsi ini, penulis mampu memberikan hasil mengenai pembuatan dan perancangan model dinding penahan tanah kantilever dengan mudah sebagai referensi dan pengembangan ilmu pengetahuan di bidang hidroteknik dan geoteknik. Pada penyusunan laporan, penulis mendapatkan banyak bantuan, dukungan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M, selaku Rektor Universitas Lampung sekaligus Dosen Teknik Sipil.
2. Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
3. Sasana Putra, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
4. Dr. Hj. Yuda Romdania, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil sekaligus Dosen Penguji yang sudah meluangkan waktunya dalam memberikan kritik, saran, dan masukan yang diberikan dalam proses penyelesaian skripsi.
5. Dr. Suyadi, S.T., M.T., selaku Ketua Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
6. Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama atas kesediaan waktunya dalam memberikan arahan, bimbingan, dan dukungannya dalam proses penyelesaian skripsi.

7. Ir. Aminudin Syah, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing Kedua yang sudah meluangkan waktunya dalam memberikan arahan, bimbingan, dan dukungannya dalam proses penyelesaian skripsi.
8. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil yang sudah memberikan ilmu dan wawasan yang bermanfaat dalam proses pembelajaran agar lebih baik kedepannya.
9. Seluruh staf dari Laboratorium Komputer yang sudah memberikan fasilitas sarana prasarana dalam menunjang penelitian.
10. Kedua orang tuaku tercinta, Sahudi dan Ngatinah, serta keluarga besar dan kakakku yang sudah memberikan dorongan materil dan spiritual dalam menyelesaikan skripsi.
11. Bringas, Alumni untuk Reuni, Tim Sukses, Unit Galau Darurat, Kontrakan Uyee, dan Keluarga Cemara yang selalu ada di lingkunganku dalam memberikan semangat dan motivasi dalam proses menyelesaikan skripsi.
12. M. Khoirul Fikri selaku teman seperjuangan mengerjakan skripsi dan jurnal, Wijoyo Mensen selaku teman angkatan yang selalu siap membantu dalam proses penelitian dan Anugrah Ramos Imanuel selaku teman seperjuangan. Terima kasih atas bantuan dan kerja samanya selama menjalankan perkuliahan.
13. Keluarga besar angkatan 2020 yang menemani, memberikan semangat, dan dukungan yang luar biasa dalam proses penyelesaian skripsi.
14. Abang, mbak, dan adik di lingkungan Teknik Sipil Universitas Lampung yang sudah membantu dalam proses penyelesaian skripsi.

Penulis menyadari bahwa laporan masih jauh dari kata sempurna, sehingga saran dan masukan membangun diperlukan oleh penulis agar laporan sempurna di kemudian hari. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna.

Bandar Lampung, Juli 2024

Penulis

Dendi Choirulloh

DAFTAR ISI

	Halaman
SANWACANA	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
1.7 Kerangka Pikir	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Dinding Penahan Tanah	8
2.3 Tekanan Hidrostatik	11
2.4 Tekanan Tanah <i>Lateral</i> pada Dinding Penahan Tanah	12
2.5 Tekanan Vertikal	14
2.6 Tekanan <i>Uplift</i>	15
2.7 Gaya Akibat Berat Sendiri	16
2.8 Kombinasi Pembebanan	16
2.9 <i>Software</i> SAP2000 v25.0.0	16
III. METODE PENELITIAN	19
3.1 Objek Penelitian	19
3.2 Peralatan Penelitian	19
3.3 Data Penelitian	19
3.4 Diagram Alir Penelitian	20
3.5 Analisis Hasil Penelitian	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Model Tubuh Bangunan Dinding Penahan Tanah	24
4.2 Beban yang Bekerja	27

4.3 Pemodelan Komputer	37
4.4 Analisis Hasil Penelitian	63
V. KESIMPULAN DAN SARAN	82
5.1 Kesimpulan	82
5.2 Saran	82

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian	5
2. Dinding Gravitasi (gravity wall)	9
3. Dinding Kantilever (cantilever retaining wall)	9
4. Dinding counterfort	10
5. Dinding Buttress	11
6. Tekanan air pada dinding penahan tanah	11
7. Distribusi tekanan tanah dengan permukaan tanah horizontal	13
8. Tekanan tanah lateral kondisi tanah saturated	14
9. Tekanan uplift pada dinding penahan tanah	15
10. Tampilan software analisis struktur	17
11. Sumbu koordinat dalam SAP2000	18
12. Diagram alir penelitian	21
13. Acuan dimensi dinding penahan tanah SNI 8460:2017	26
14. Membuat lembar kerja baru	37
15. Menentukan satuan ukuran	38
16. Menentukan material	38
17. Mengisi detail kekuatan material	39
18. Membuka menu load patterns	39
19. Mendefinisikan beban	40
20. Membuka menu load cases	41
21. Modify load cases	41
22. Mengubah nilai scale factor	42
23. Membuka menu load combination	42
24. Add a new combo	43
25. Add beberapa load cases	43
26. Membuka menu coordinate system/grid	44

27. Modify coordinate grid system	45
28. Mengisi sumbu X dan Z	45
29. Menggambar profil bangunan	45
30. Export gambar ke dxt file	46
31. Membuka file hasil ekspor di AutoCAD	46
32. Meshoption di AutoCAD	47
33. Hasil gambar dan mesh di AutoCAD	47
34. Import modeling dari AutoCAD ke SAP2000	48
35. Hasil modelling dari AutoCAD ke SAP2000	48
36. Memberikan tumpuan pada dasar dinding penahan tanah	49
37. Menambahkan frame ke dinding penahan tanah	49
38. Membuka menu input beban Frame Loads Distributed	50
39. Contoh input beban akibat tekanan hidrostatis	50
40. Contoh input tekanan tanah lateral akibat beban tanah	51
41. Contoh input tekanan vertikal akibat beban tanah dan air	51
42. input beban akibat uplift	51
43. Membuka menu running model	52
44. Running Model	52
45. Membuka menu Show Forces/Stresses	53
46. Show Forces/Stresses	53
47. Contoh tegangan pada tubuh dinding penahan tanah 3 m akibat tekanan hidrostatis penuh	54
48. Contoh tegangan pada tubuh dinding penahan tanah 5 m akibat tekanan hidrostatis penuh	54
49. Contoh tegangan pada tubuh dinding penahan tanah 3 m akibat tekanan tanah lateral	55
50. Contoh tegangan pada tubuh dinding penahan tanah 5 m akibat tekanan tanah lateral	56
51. Contoh tegangan pada tubuh dinding penahan tanah 3 m akibat berat sendiri	57
52. Contoh tegangan pada tubuh dinding penahan tanah 5 m akibat berat sendiri	57

53.	Contoh tegangan pada tubuh dinding penahan tanah 3 m akibat tekanan tanah lateral + tekanan hidrostatik penuh	58
54.	Contoh tegangan pada tubuh dinding penahan tanah 5 m akibat tekanan tanah lateral + tekanan hidrostatik penuh	59
55.	Contoh tegangan pada tubuh dinding penahan tanah 3 m akibat berat sendiri dan tekanan uplift	60
56.	Contoh tegangan pada tubuh dinding penahan tanah 5 m akibat berat sendiri dan tekanan uplift	60
57.	Contoh tegangan pada tubuh dinding penahan tanah 3 m akibat beban sendiri + tekanan vertikal	61
58.	Contoh tegangan pada tubuh dinding penahan tanah 5 m akibat beban sendiri + tekanan vertikal	61
59.	Contoh tegangan pada tubuh dinding penahan tanah 3 m akibat beban sendiri (dead loads), tekanan vertikal dan uplift	62
60.	Contoh tegangan pada tubuh dinding penahan tanah 5 m akibat beban sendiri (dead loads), tekanan vertikal dan uplift	63
61.	Contoh hasil running tegangan pada dinding penahan tanah	64
62.	Tegangan max akibat tekanan hidrostatik pada dinding penahan tanah 3 – 15 m	65
63.	Tegangan min akibat tekanan hidrostatik pada dinding penahan tanah 3 – 15 m	65
64.	Tegangan max akibat tekanan tanah lateral pada dinding penahan tanah 3 – 15 m	66
65.	Tegangan min akibat tekanan tanah lateral pada dinding penahan tanah 3 – 15 m	66
66.	Tegangan max akibat berat sendiri pada dinding penahan tanah 3 – 15 m	67
67.	Tegangan min akibat berat sendiri pada dinding penahan tanah 3 – 15 m	67
68.	Tegangan max akibat tekanan tanah lateral dan tekanan hidrostatik pada dinding penahan tanah 3 – 15 m	68
69.	Tegangan min akibat tekanan tanah lateral dan tekanan hidrostatik pada dinding penahan tanah 3 – 15 m	68

70.	Tegangan max akibat berat sendiri dan uplift pada dinding penahan tanah 3 – 15 m	69
71.	Tegangan min akibat berat sendiri dan uplift pada dinding penahan tanah 3 – 15 m	69
72.	Tegangan max akibat berat sendiri dan tekanan vertikal pada dinding penahan tanah 3 – 15 m	70
73.	Tegangan min akibat berat sendiri dan tekanan vertikal pada dinding penahan tanah 3 – 15 m	70
74.	Tegangan max akibat beban berat sendiri + tanah lateral + uplift pada dinding penahan tanah 3 – 15 m	71
75.	Tegangan min akibat tekanan hidrostatis + tanah lateral + uplift pada dinding penahan tanah 3 – 15 m	71
76.	Grafik distribusi tegangan maksimum arah horizontal pada tubuh dinding penahan tanah 3 – 15 m	73
77.	Grafik distribusi tegangan maksimum arah vertikal pada tubuh dinding penahan tanah 3 – 15 m	73
78.	Grafik distribusi tegangan minimum arah horizontal pada tubuh dinding penahan tanah 3 – 15 m	74
79.	Grafik distribusi tegangan minimum arah vertikal pada tubuh dinding penahan tanah	74
80.	Contoh penggunaan grafik distribusi tegangan	76
81.	Ekstrapolasi akibat tekanan hidrostatis dinding penahan tanah	78
82.	Ekstrapolasi akibat tekanan tanah lateral dinding penahan tanah	78
83.	Ekstrapolasi akibat berat sendiri (dead loads) dinding penahan tanah	79
84.	Ekstrapolasi akibat tekanan tanah lateral dan tekanan hidrostatis dinding penahan tanah	79
85.	Ekstrapolasi akibat berat sendiri (dead loads) dan uplift dinding penahan tanah	80
86.	Ekstrapolasi akibat berat sendiri (dead loads) dan tekanan vertikal dinding penahan tanah	80
87.	Ekstrapolasi akibat berat sendiri + uplift + tekanan vertikal dinding penahan tanah	81

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perhitungan Dimensi Dinding Penahan Tanah SNI 8460:2017	25
2. Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah Pasif (K_p)	27
3. Perhitungan Tekanan Hidrostatik Ketinggian Maksimum pada Dinding Penahan Tanah	28
4. Perhitungan Tekanan Tanah Lateral Aktif pada Setiap Ketinggian Dinding Penahan Tanah 3 – 15 m	29
5. Perhitungan Tekanan Tanah Lateral Pasif Pada Setiap Ketinggian Dinding Penahan Tanah 3 – 15 m	30
6. Perhitungan Tekanan Air Tanah Aktif pada Setiap Ketinggian Dinding Penahan Tanah 3 – 15 m	31
7. Perhitungan Tekanan Air Tanah Pasif pada Setiap Ketinggian Dinding Penahan Tanah 3 – 15 m	31
8. Perhitungan Luas Dinding Penahan Tanah 3 – 15 m	33
9. Perhitungan Luas Tanah Belakang Dinding Penahan Tanah 3 – 15 m (Area 3)	34
10. Perhitungan Luas Tanah Depan Dinding Penahan Tanah 3 – 15 m (Area 4)	34
11. Perhitungan Luas Air Depan Dinding Penahan Tanah 3 – 15 M (Area 5)	34
12. Perhitungan Tekanan Vertikal Akibat Beban Berat Sendiri Dinding Penahan	35
13. Perhitungan Tekanan Vertikal Akibat Beban Tanah pada Dinding Penahan Tanah 3 – 15 M (Area 5)	35
14. Perhitungan Tekanan Vertikal Akibat Beban Air Di Depan Dinding Penahan Tanah 3 – 15 M (Area 5)	35
15. Perhitungan Tekanan Vertikal Total (R_v) Dinding Penahan Tanah 3 – 15 m	36

16.	Perhitungan Tekanan Uplift Dinding Penahan Tanah 3 – 15 m	37
17.	Load Patterns	40
18.	Kombinasi Pembebanan	44
19.	Tegangan Maksimum dan Minimum Akibat Tekanan Hidrostatik Full pada Dinding Penahan Tanah 3 – 15 m	55
20.	Tegangan Maksimum dan Minimum Akibat Tekanan Tanah Lateral pada Dinding Penahan Tanah 3 – 15 m	56
21.	Tegangan Maksimum dan Minimum Akibat Berat Sendiri. pada Dinding Penahan Tanah 3 – 15 m	58
22.	Tegangan Maksimum dan Minimum Tekanan Tanah Lateral + Tekanan Hidrostatik Full Pada Dinding Penahan Tanah 3 – 15 m	59
23.	Tegangan Maksimum dan Minimum Akibat Berat Sendiri Dan Tekanan Uplift pada Dinding Penahan Tanah 3 – 15 m	60
24.	Tegangan Maksimum dan Minimum Akibat Kombinasi Beban Sendiri + Tekanan Vertikal pada Dinding Penahan Tanah 3 – 15 m	62
25.	Tegangan Maksimum dan Minimum Akibat Beban Sendiri (Dead Loads), Tekanan Vertikal & Uplift pada Dinding Penahan Tanah 3 – 15 m	63
26.	Ekstrapolasi Distribusi Tegangan Maksimum pada Tubuh Dinding Penahan Tanah	77

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bangunan dinding penahan tanah (DPT) merupakan dinding yang digunakan untuk menahan beban tanah, air atau bahan lain seperti batu bara, bijih, pohon dan lain lain (Dilwakar, 2020; Syah *et al.*, 2022). Bangunan tersebut adalah salah satu bentuk konstruksi sipil yang bertujuan untuk menahan gaya akibat tekanan air, dirancang untuk mengendalikan tanah yang tidak terikat atau alami dan mencegah kemungkinan retak atau robohnya tanah pada lereng yang kestabilannya tidak dapat dipastikan oleh tanah tersebut (Apriani and Hadid, 2019; Sahfitri *et al.*, 2021; Hardiyatmo, 2018; Dermawan *et al.*, 2022). Perencanaan dan pembangunan dinding penahan tanah harus dilakukan dengan cermat guna memastikan keefektifan mengendalikan beban tanah dan air serta meminimalkan risiko kerusakan.

Interaksi kompleks antara topografi lereng dan aliran sungai mempengaruhi desain dinding penahan tanah (DPT). Perbedaan ketinggian tanah pada lereng dapat meningkatkan risiko longsor yang dapat diatasi dengan penggunaan bangunan tersebut (Asriyardi *et al.*, 2016; Dermawan *et al.*, 2022; Romdania and Herison, 2023). Saat dinding penahan mengalami kelongsoran, tekanan tanah aktif terjadi di belakangnya, sementara tekanan pasif bekerja untuk menyeimbangkan tekanan tersebut (Hardiyatmo, 2018). Tekanan hidrostatik dari air bawah permukaan juga mempengaruhi kinerja struktural dinding penahan, menambah kompleksitas dalam menghadapi tekanan hidrostatik (Azmi, 2023; Tamaela *et al.*, 2018). Tekanan-tekanan tersebut berpotensi merusak struktur di sekitarnya karena energi besar yang dapat menimbulkan dampak negatif, diperlukan perancangan dan konstruksi

dinding penahan tanah yang mempertimbangkan berbagai aspek, termasuk teknik untuk mengatasi tekanan hidrostatik dan tekanan tanah *lateral* demi memastikan stabilitas struktur (Fidelis Mungkur & Panjaitan, 2021; Tamaela & Kristafi, 2018; Zainuri *et al.*, 2021). Gaya atau tekanan tersebut menyebabkan distribusi tegangan yang bervariasi pada dinding penahan tanah, bergantung pada dimensi dan gaya yang diterapkan. Mungkin penelitian terdahulu sudah banyak membahas tentang dinding penahan tanah (DPT), tetapi belum pernah dilakukan sebelumnya dengan memasukkan variasi *variable* dan menganalisis distribusi tegangan pada bangunan tersebut, sehingga menjadi temuan baru (*novelty*).

Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis distribusi tegangan pada struktur dinding penahan tanah (DPT) akibat tekanan. Harapannya, penelitian ini akan menghasilkan grafik hubungan tinggi dengan tegangan untuk mempermudah perolehan nilai distribusi tegangan pada struktur tubuh bangunan tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan permasalahan yang akan dijelaskan dalam melakukan analisis tegangan pada tubuh bangunan dinding penahan tanah (DPT) adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana distribusi tegangan yang terjadi pada tubuh bangunan dinding penahan tanah akibat tekanan hidrostatik, tekanan tanah *lateral*, tekanan *uplift* dan beban sendiri?
2. Bagaimana cara yang cepat untuk mendapatkan nilai distribusi tegangan pada tubuh bangunan dinding penahan tanah?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini memfokuskan perhatian pada sejumlah permasalahan yang telah dibatasi, yaitu:

1. Bentuk bangunan dinding penahan tanah (DPT) adalah tipe kantilever.

2. Jenis tanah yang digunakan merupakan jenis tanah berpasir dan didapat dari data sekunder (Hayati, 2023).
3. Pembebanan yang dilakukan hanya menggunakan tekanan hidrostatik, tekanan tanah *lateral*, tekanan *uplift* dan beban berat sendiri.
4. Pemodelan analisis menggunakan bantuan *software* SAP2000 v25.0.0 - *License #3010*1AF5T7BN4SWZRA9*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan hasil analisis distribusi tegangan pada tubuh bangunan dinding penahan tanah (DPT) akibat tekanan hidrostatik, tekanan tanah *lateral*, tekanan *uplift* dan beban berat sendiri menggunakan bantuan *software* SAP2000.
2. Menghasilkan *output* berupa grafik distribusi tegangan sebagai cara yang cepat untuk mendapatkan nilai distribusi tegangan pada tubuh bangunan dinding penahan tanah (DPT).

1.5 Manfaat Penelitian

Keberhasilan penelitian ini dapat menghasilkan berbagai manfaat yang meliputi:

1. Memberikan pengetahuan terkait tahapan analisis tegangan pada tubuh bangunan dinding penahan tanah dengan menggunakan program komputer.
2. Memberikan informasi terkait distribusi tegangan pada bangunan dinding penahan tanah (DPT) akibat tekanan hidrostatik, tekanan tanah *lateral*, tekanan *uplift*, dan beban berat sendiri.

1.6 Sistematika Penulisan

I. PENDAHULUAN

Pada bagian ini memuat secara mendalam mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah yang dihadapi, batasan-batasan yang diterapkan, tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini, manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian, serta rincian sistematika dan diagram alir yang akan menjadi panduan utama.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini, akan dibahas berbagai aspek terkait dengan topik penelitian, termasuk studi literatur, landasan teori, dan hasil penelitian sebelumnya. Analisis mendalam akan dilakukan untuk menyajikan pemahaman yang komprehensif terhadap konteks penelitian dan kontribusi penelitian terdahulu yang relevan dengan fokus kajian ini.

III. METODE PENELITIAN

Bab ini menggambarkan secara mendalam mengenai metode penelitian yang digunakan, peralatan yang diterapkan, pengumpulan data, diagram alir, serta data penelitian di proses.

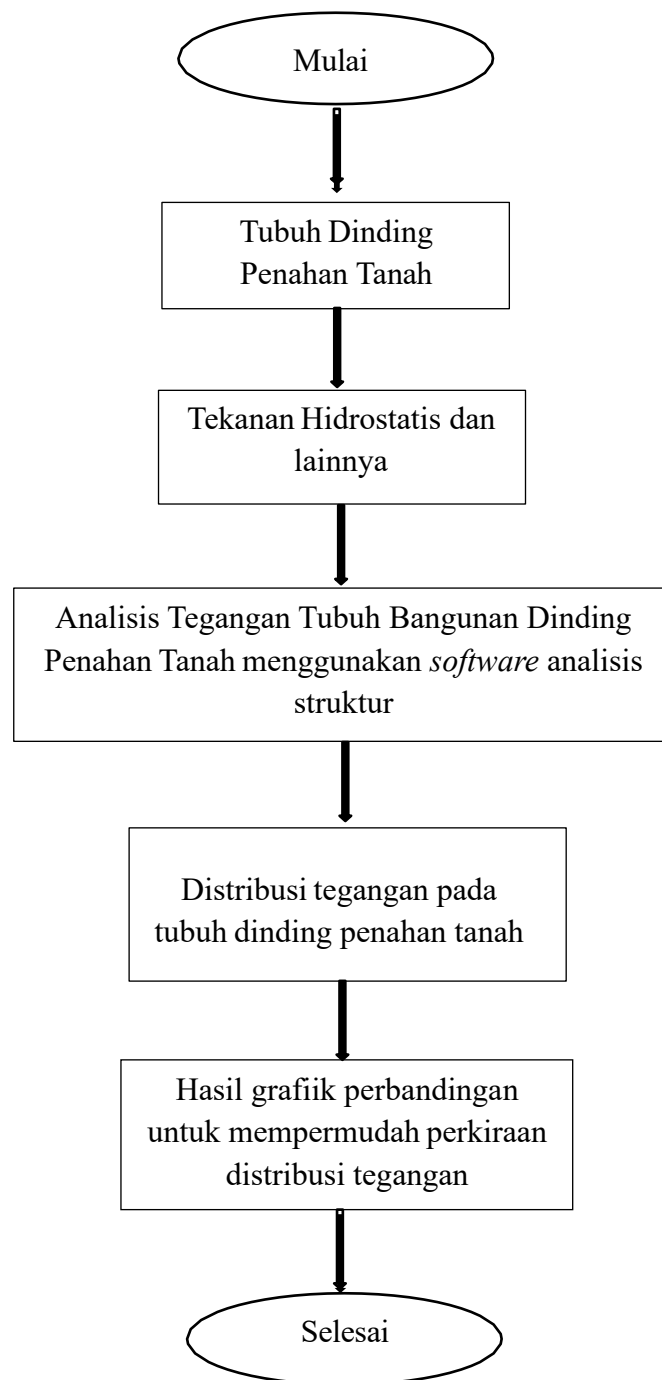
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil penelitian dengan pendekatan yang sistematis dan menggambarkan pencapaian yang telah dicapai dalam penelitian ini.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini mencakup kesimpulan penelitian serta saran yang dapat menjadi panduan bagi penelitian di masa depan.

1.7 Kerangka Pikir



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam penyusunan penelitian ini, penulis memanfaatkan sejumlah referensi dari studi – studi sebelumnya, sebagai berikut:

a. M. Khoirul Fikri (2024)

1. Judul Penelitian:

Analisis Tegangan Pada Tubuh Bangunan Pelimpah Menggunakan Pemodelan Komputer

2. Tujuan Penelitian:

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan hasil analisis terhadap distribusi tegangan pada tubuh bangunan pelimpah akibat tekanan hidrostatik, lumpur, *uplift*, dan beban sendiri menggunakan pemodelan komputer. *Output* penelitian ini adalah menghasilkan grafik hubungan tegangan dengan gaya yang bekerja sehingga didapatkan cara yang cepat untuk mendapatkan nilai distribusi tegangannya pada tubuh bangunan pelimpah.

3. Hasil Penelitian:

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa analisis tegangan tiga dimensi pada bendungan yang mengalami penuaan dapat memberikan wawasan yang berharga tentang distribusi tegangan dan deformasi di dalam struktur.

Studi kasus yang dilakukan mengidentifikasi beberapa daerah kritis di dalam bendungan yang memerlukan penguatan, khususnya pada bagian-bagian tertentu yang terpapar tekanan yang tinggi. Metode

elemen hingga (finite element method) berhasil digunakan untuk memodelkan dan menganalisis ketegangan pada bendungan secara efisien.

b. Amelia Rosana Putri (2020)

1. Judul Penelitian:

Pemodelan Stabilitas Dinding penahan tanah (DPT) Maros dengan Menggunakan Aplikasi SAP2000

2. Tujuan Penelitian:

Tujuan penelitian ini adalah Analisis Kuat Tekan Terhadap Variasi Beban Pemodelan Dinding Cantilever Menggunakan SAP2000.

3. Hasil Penelitian:

Hasil analisa pemodelan desain dinding penahan tanah di ruas jalan Balarejo menunjukkan kuat tekan rata-rata untuk bagian depan 175,154 ton m, bagian belakang 624,666 ton m, bagian tumit depan 866,054 ton m, dan bagian tumit belakang 910,463 ton m. Kuat tekan tersebut sangat baik dibandingkan dengan tekanan yang akan diterima dari tanah (35,473 ton). Selain itu, nilai kuat geser yang didapatkan dari pemodelan adalah 161,700 ton m.

c. Heri Pranata (2010)

1. Judul Penelitian:

Analisis Dinding Penahan Tanah Dengan Perhitungan Manual Dan Kontrol Gaya-Gaya Dalam Yang Bekerja Pada Dinding Penahan Tanah Dengan Metode SAP2000 *Plane-Strain*.

2. Tujuan Penelitian:

Tujuan penelitian ini adalah Untuk mengevaluasi stabilitas dinding penahan tanah dan mengontrol gaya-gaya dalamnya dengan menggunakan metode elemen hingga menggunakan SAP2000 *Plane-Strain*. Tujuan lainnya adalah untuk menilai keamanan stabilitas dinding penahan tanah dan gaya-gaya yang berpengaruh pada konstruksinya.

3. Hasil Penelitian:
- a. Stabilitas dinding penahan tanah terhadap kuat dukung tanah

$$\sigma_{\text{maks}} = 81,25 \text{ kN/m}^2 < q_a = 84,88 \text{ kN/m}^2 \text{ (aman)}$$
 - b. Stabilitas dinding penahan tanah terhadap geser dan guling
 Terhadap geser = $1,05 < 2$ (tidak aman)
 Terhadap guling = $0,34 < 2$ (tidak aman)
 - c. Penggunaan pias 0,1 lebih maksimal dan akurat ketimbang pias 0,2.

2.2 Dinding Penahan Tanah

2.2.1 Definisi Dinding Penahan Tanah

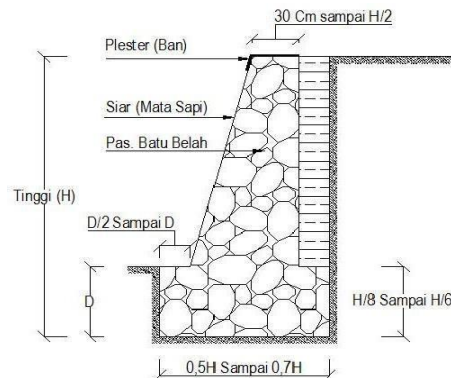
Dinding penahan tanah merupakan dinding yang digunakan untuk menahan beban tanah, air atau bahan lain seperti batu bara, bijih dan lain lain (Dilwakar, 2020). Dinding penahan tanah bertujuan untuk mengendalikan tanah yang tidak terikat atau alami dan mencegah kemungkinan retak atau robohnya tanah pada lereng yang kestabilannya tidak dapat dipastikan oleh tanah tersebut sendiri (Sahfitri *et al.*, 2021). Struktur dinding penahan tanah berfungsi sebagai penghalang tekanan *lateral* tanah yang berasal dari tanah urug atau tanah asli yang tidak stabil (Hardiyatmo, 2018). Bangunan dinding penahan tanah merupakan salah satu bentuk konstruksi sipil yang bertujuan untuk menahan gaya akibat tekanan air (Khuzafah, 2019). Perencanaan dan pembangunan dinding penahan tanah harus dilakukan dengan cermat guna memastikan keefektifan dalam mengendalikan beban tanah dan air serta meminimalkan risiko kerusakan

2.2.2 Jenis Dinding Penahan Tanah (DPT)

Dinding penahan tanah dapat digolongkan berdasarkan cara mencapai stabilitasnya, yaitu:

a. Tipe Gravitasi (*gravity wall*)

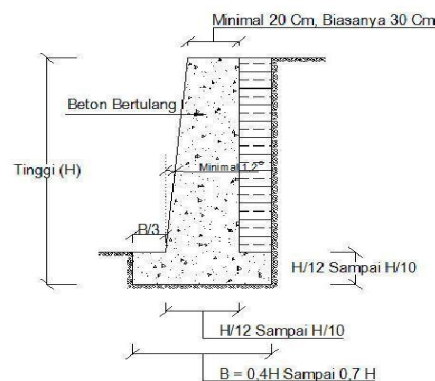
Berbentuk dari material beton atau batuan yang disusun secara pasang, struktur dinding ini kadang-kadang dilengkapi dengan penguat tambahan untuk mencegah terjadinya retakan akibat fluktuasi suhu.



Gambar 2. Dinding Gravitasi (*gravity wall*).
(Sumber: Hardiyatmo, 2018)

b. Tipe Kantilever (*cantilever retaining wall*)

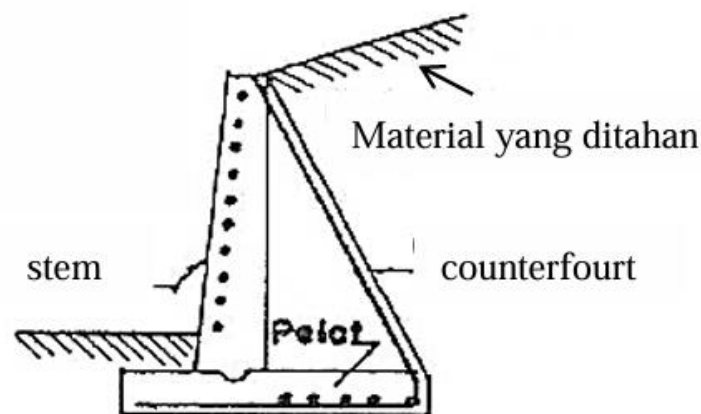
Dinding ini dibangun menggunakan beton bertulang berbentuk huruf T, dan memiliki tiga elemen struktural kantilever, yakni dinding vertikal, tumit tapak, dan ujung kaki tapak. Secara umum, tinggi dinding tidak melebihi 6–7 meter (Tanjung, 2016).



Gambar 3. Dinding Kantilever (*cantilever retaining wall*).
(Sumber: Hardiyatmo, 2018)

c. Tipe *Counterfort*

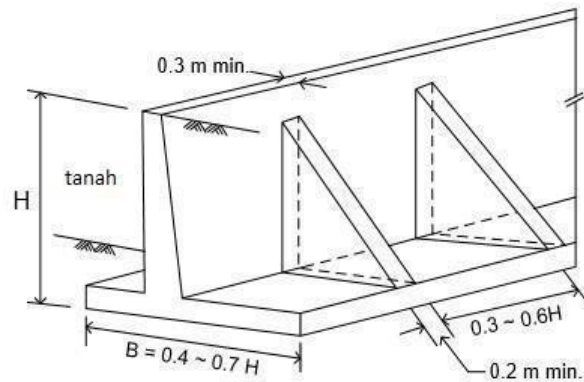
Dinding ini terdiri dari dinding beton bertulang tipis yang didukung oleh counterfort untuk mengatasi tekanan tanah aktif. *Counterfort* ditempatkan pada jarak tertentu di bagian dalam dinding, berfungsi sebagai pengikat antara dinding vertikal dan tumit, terutama pada dinding dengan ketinggian lebih dari 7 meter (Tanjung, 2016).



Gambar 4. Dinding *counterfort*.
(Sumber: Hardiyatmo, 2018)

d. Tipe *Buttress*

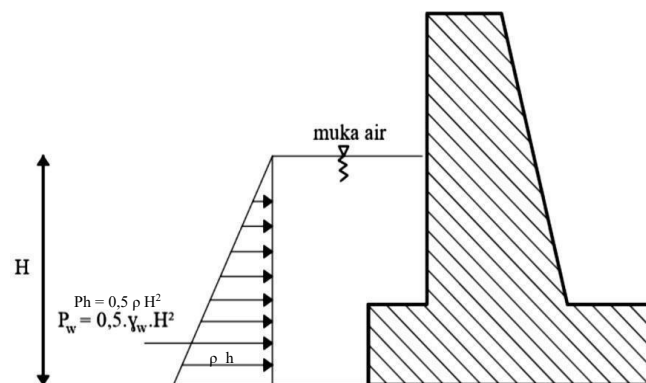
Dinding *buttress*, mirip dengan *counterfort*, memiliki fungsi menanggung tegangan tekan pada dinding. Perbedaannya terletak pada penempatannya di depan dinding untuk menyalurkan beban tekan. Struktur *counterfort* memiliki tumit yang lebih pendek pada bagian bawahnya dan mencapai stabilitas melalui berat sendiri dinding penahan serta beban tanah di atas tumit. Konstruksi dinding ini mengutamakan sisi bawah yang tertekan untuk mengurangi gaya irisan pada dinding dan pelat lantai. Metode ini terbukti lebih ekonomis untuk ketinggian di atas 7 meter, meskipun menantang dalam penerapan penahanan dan pemadatan tanah di sekitarnya (Tanjung, 2016).



Gambar 5. Dinding *Buttress*.
(Sumber: Maulana, 2019)

2.3 Tekanan Hidrostatik

Tekanan hidrostatik yang timbul dari kedalaman di bawah permukaan air, menjadi faktor krusial dalam kinerja dinding penahan tanah. Dalam melawan tekanan air untuk mencegah dampak negatif dari aliran sungai, perancangan dan konstruksi dinding penahan tanah harus mempertimbangkan berbagai aspek, termasuk teknik mengatasi tekanan hidrolis demi stabilitas struktur (Azmi, 2023; Tamaela *et al*, 2018; Zainuri *et al*, 2021; Mungkur dan Panjaitan, 2021).



Gambar 6. Tekanan air pada dinding penahan tanah.
(Sumber: Maulana, 2019)

Terlihat tekanan hidrostatik yang berbentuk beban segitiga dan mempunyai titik berat di 1/3 tingginya. Rumus umum untuk menghitung tekanan hidrostatik dapat dilihat pada persamaan 1 dan 2 (Chanson *et al.*, 2015):

$$P_h : 0,5 \times \rho \times g \times H^2 \dots\dots\dots(1)$$

$$Q_h : \rho \times g \times H \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

P_h = Tekanan hidrostatik terpusat, (N).

Q_h = Tekanan hidrostatik merata, (N/m)

ρ = Densitas (massa jenis) air, (kg/m^3).

g = Percepatan gravitasi, (sekitar 9.81 m/s^2)

H = Kedalaman air, (m).

2.4 Tekanan Tanah *Lateral* pada Dinding Penahan Tanah

Penelitian ini mengasumsikan dinding penahan tanah (DPT) berada di dekat sungai, sehingga terdapat rembesan yang menimbulkan adanya air tanah. Perhitungan tanah *lateral* perlu ditambahkan tekanan hidrostatik akibat air tanah menggunakan rumus tekanan hidrostatik dan diasumsikan ketinggian air tanah setinggi tanah. Sehingga, menghasilkan perhitungan tekanan tanah *lateral* sesuai dengan kondisi aslinya.

Tekanan tanah *lateral* ada dua macam, yaitu tekanan aktif dan pasif. Tekanan tanah aktif terjadi saat dinding penahan mengalami keluluhan akibat tekanan dari tanah belakangnya, sementara tekanan pasif bertindak untuk menahan dinding penahan dengan kekuatan yang setara tekanan pasif (Hardiyatmo, 2018). Sebelum menghitung nilai tekanan tanah diperlukan nilai koefisien tanah untuk mencerminkan seberapa besar tekanan yang diberikan oleh tanah terhadap struktur berdasarkan kondisi aslinya. Perhitungan koefisien tanah menggunakan metode coulomb dengan rumus persamaan sebagai berikut (Hardiyatmo,2018):

$$K_A : \frac{\sin(\alpha + \phi r)^2}{\sin(\alpha)^2 \times \sin(\alpha - \delta r) \times \left[1 + \sqrt{\sin(\phi r + \delta r) \times \frac{\sin(\phi r - \beta)}{\sin(\alpha - \delta r) \times \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

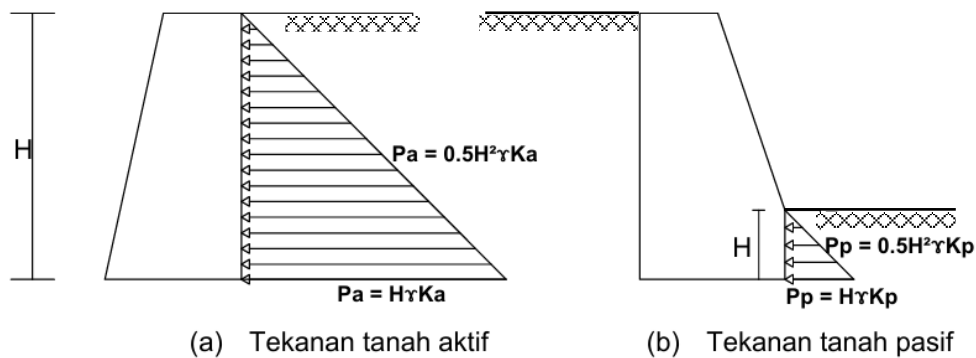
$$K_P : \frac{\sin(\alpha f - \phi b)^2}{\sin(\alpha f)^2 \times \sin(\alpha f + \delta b) \times \left[1 - \sqrt{\sin(\phi b + \delta b) \times \frac{\sin(\phi b)}{\sin(\alpha f + \delta b) \times \sin(\alpha f)}} \right]^2}$$

Keterangan:

K_A = Koefisien tanah aktif

K_P = Koefisien tanah pasif

Setelah dilakukan perhitungan koefisien tanah barulah dapat dihitung tekanan tanah *lateral* pada dinding penahan tanah yang digambarkan sebagai berikut:



Gambar 7. Distribusi tekanan tanah dengan permukaan tanah horizontal.

(a) Tekanan aktif.

(b) Tekanan pasif.

(Sumber: Hardiyatmo, 2018)

Terlihat tekanan tanah *lateral* aktif dan pasif yang berbentuk beban segitiga dan mempunyai titik berat di 1/3 kalinya. Rumus umum untuk menghitung tekanan tanah *lateral* aktif dan pasif dapat dilihat pada persamaan 3 – 6 (Hardiyatmo, 2018):

Tekanan *lateral* tanah aktif

$$Q_a : K_a \times \gamma_s \times H \dots \dots \dots (3)$$

$$P_a : 0,5 \times K_a \times \gamma_s \times H^2 \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

Q_a = Tekanan tanah aktif terbagi merata berbentuk segitiga (kN/m).

Pa = Tekanan tanah aktif terpusat di 1/3 H (kN).
 Ka = Koefisien tanah aktif.
 γ_s = Berat jenis tanah

Tekanan *lateral* tanah pasif

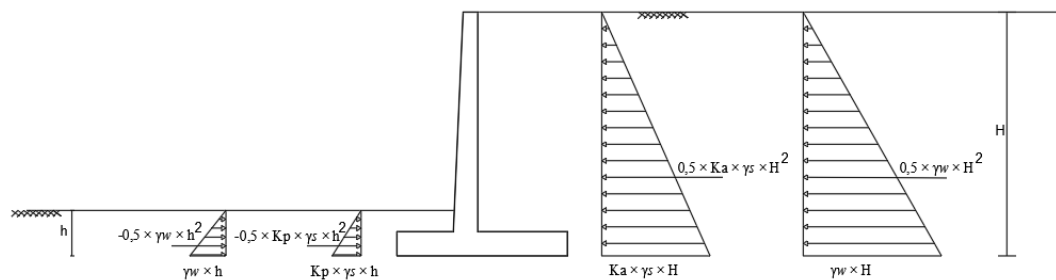
$$Q_p : -K_p \times \gamma_s \times H \dots\dots\dots (5)$$

$$P_p : -0,5 \times K_p \times \gamma_s \times H^2 \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

Q_a = Tekanan tanah pasif terbagi merata berbentuk segitiga (kN/m).
 P_p = Tekanan tanah pasif terpusat di 1/3 H (kN).
 K_p = Koefisien tanah pasif.
 γ_s = Berat jenis tanah.

Setelah dilakukan perhitungan tekanan tanah, selanjutnya menghitung tekanan air tanah pada tanah aktif dan pasif menggunakan rumus persamaan 1 dan 2. Selanjutnya, tekanan tanah dan air tanah dikombinasikan untuk mendapatkan nilai kondisi yang diasumsikan. (Lihat Gambar 8). Terlihat tekanan tanah *lateral* dengan kondisi tanah *saturated*.



Gambar 8. Tekanan tanah *lateral* kondisi tanah *saturated*.

2.5 Tekanan Vertikal

Tekanan vertikal adalah gaya yang bekerja ke bawah searah dengan gaya gravitasi bumi dan termasuk kedalam kategori *super dead loads*. Gaya ini bergantung pada luas area atau volume dan material yang digunakan (berat jenis). Rumus yang digunakan untuk menghitung tekanan vertikal:

$$P_v = A \times \gamma \dots\dots\dots (7)$$

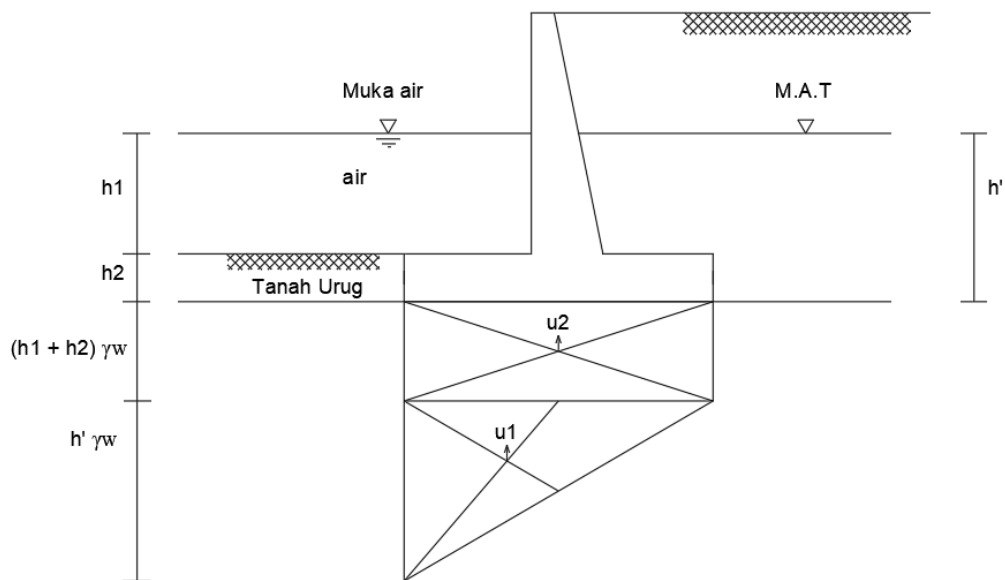
Keterangan:

P_v = Tekanan vertikal terbagi merata (kN/m)

A = Luas area objek (m^2)
 γ = Berat jenis objek (kN/m^3)

2.6 Tekanan *Uplift*

Tekanan *uplift* adalah gaya angkat yang bekerja ke atas pada suatu struktur bangunan yang disebabkan oleh aliran air tanah. Tekanan ini dapat terjadi pada berbagai jenis struktur bangunan terutama pada dinding penahan tanah. Tekanan tersebut menyebabkan berkurangnya berat efektif bangunan di atasnya yang ditunjukkan oleh persamaan 8 dan 9 (Ulfah, 2019).



Gambar 9. Tekanan *uplift* pada dinding penahan tanah.

$$Q_u : h \times \gamma_w \dots\dots\dots (8)$$

$$U_T : 0,5 \times h' \times Q_u \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan:

Q_u = Tekanan *uplift* terbagi merata, (kN/m)

U_T = Tekanan *uplift* terpusat, (kN)

B = Panjang total jalur rembesan, (m)

h' = Ketinggian hulu air, (m)

γ_w = Berat jenis air, (kN/m^3)

2.7 Gaya Akibat Berat Sendiri

Beban akibat berat sendiri dikategorikan sebagai beban mati. Berat dinding penahan tanah (DPT) bergantung pada material yang digunakan untuk membuat bangunan tersebut. Hal itu ditunjukkan oleh Persamaan 10.

$$G = \gamma \times V \dots\dots\dots(10)$$

Dimana:

V = Volume (m³)

γ = Berat jenis material

2.8 Kombinasi Pembebanan

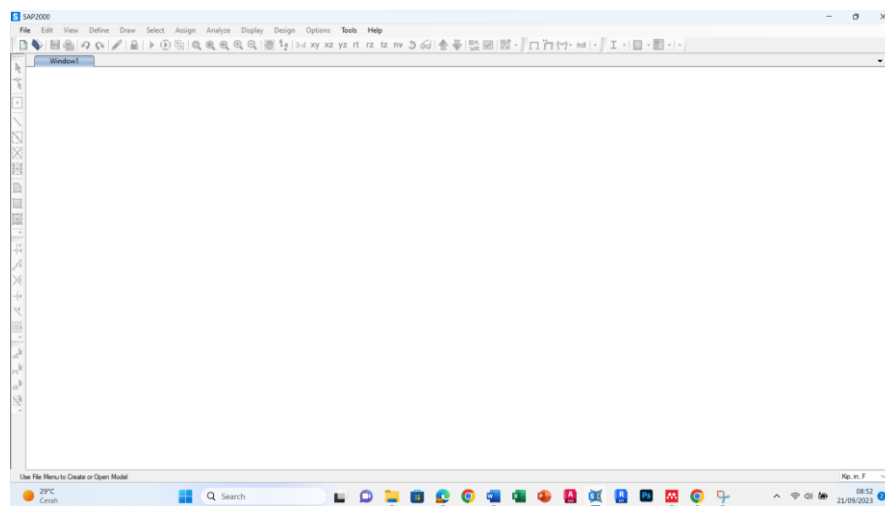
Pembebanan pada struktur dinding penahan tanah (DPT) dapat terjadi secara bersamaan. Oleh karena itu, kombinasi pembebanan sangat diperlukan untuk melakukan analisis pada bangunan dinding penahan tanah (DPT). Kombinasi pembebanan untuk bangunan dinding penahan tanah berikut disesuaikan dengan arah tegangan yang ditinjau, yaitu tegangan arah vertikal dan horizontal.

1. Hidrostatik
2. Tekanan Tanah *Lateral*
3. *Uplift*
4. Vertikal
5. 1,4D
6. Tanah *Lateral* + Hidrostatik
7. 1,4D + *Uplift*
8. 1.4D + Vertikal
9. 1.4D + Vertikal + *Uplift*

2.9 Software SAP2000 v25.0.0

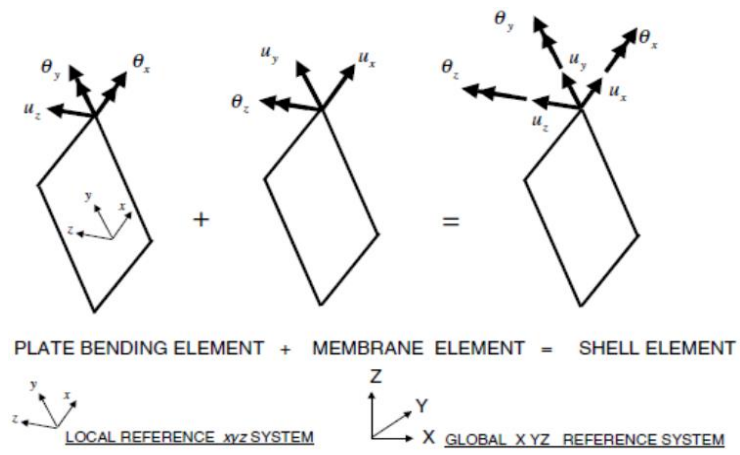
Software SAP2000 memungkinkan penggunaannya untuk merancang dan menganalisis struktur ruang yang kompleks seperti gedung bertingkat tinggi, jembatan kabel, atau struktur dengan bentuk khusus lainnya. Selain itu,

SAP2000 memiliki dukungan untuk berbagai jenis material termasuk beton bertulang, baja, dan aluminium, sehingga sangat fleksibel dalam merancang beragam jenis proyek struktural. Kemampuan integrasi antara analisis dan desain dalam satu *platform* menjadikan SAP2000 alat yang sangat efisien dan kuat dalam rekayasa struktural. *Software* ini memberikan solusi komprehensif bagi para profesional di bidang rekayasa sipil untuk memahami dan merancang struktur yang lebih kompleks dan efisien secara praktis. Tampilan SAP2000 lihat Gambar 10. Terlihat lembar kerja SAP2000 yang berisi kumpulan *tools* untuk membuat model struktur, mengedit, mendefinisikan material, menambahkan beban dan lain sebagainya.



Gambar 10. Tampilan software analisis struktur.

Analisis tegangan akan menggunakan pendekatan model *shell* sebab model *shell* adalah elemen yang paling mendekati kondisi dinding penahan tanah (DPT) sebenarnya. Dalam proses pemodelan akan menggunakan sumbu global dengan x dan z sebagai sumbu acuan menggambar profil dinding penahan tanah (DPT). (Lihat Gambar 10). Terlihat sumbu koordinat yang digunakan dalam membuat model pada SAP2000 sebagai acuan agar proses pemodelan hingga pembebanan tidak mengalami kesalahan arah yang mengakibatkan hasil yang tidak tepat.



Gambar 11. Sumbu koordinat dalam SAP2000.
(Sumber: Wong, 2013)

III. METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini adalah bangunan tubuh dinding penahan tanah (DPT) dengan tipe kantilever yang terdiri dari variasi ketinggian yakni 3 – 15 m. Pemilihan *type* tersebut dikarenakan bentuknya yang ekonomis. Perhitungan dimensi dinding penahan tanah (DPT) berdasarkan acuan SNI 8460:2017. Penggunaan acuan tersebut untuk memastikan stabilitas dan keamanan desain model yang akan dibuat.

3.2 Peralatan Penelitian

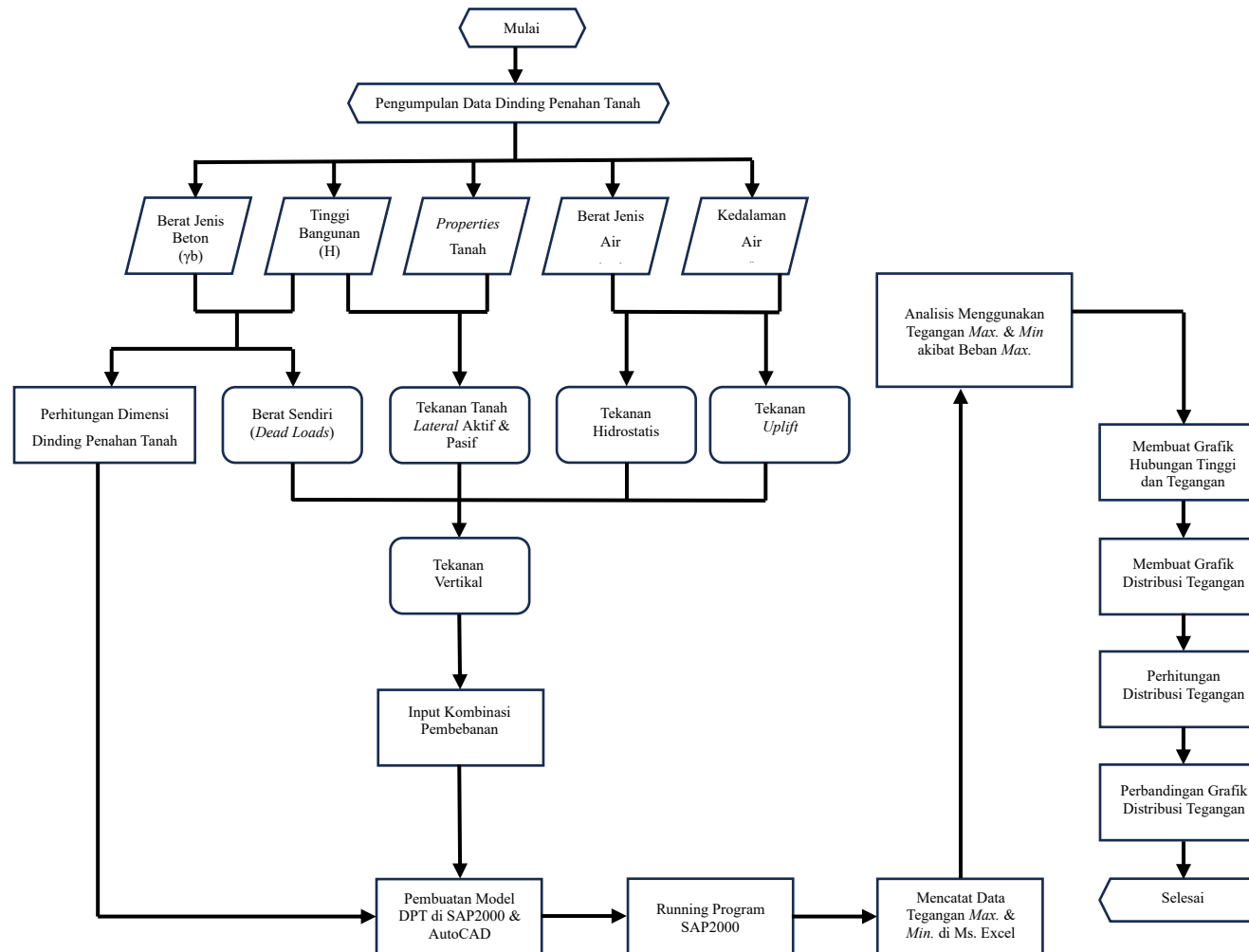
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *software* Microsoft Excel untuk menganalisis data, *Software* SAP2000 v25.0.0 untuk melakukan pemodelan struktural dengan *License* #3010*1AF5T7BN4SWZRA9 dan *Software* AutoCAD untuk menggambar kerangka model sebelum diekspor dalam *Software* SAP2000. Semua *software* yang digunakan merupakan seri terbaru saat ini sehingga dapat memberikan hasil yang lebih baik.

3.3 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari data sekunder. Data tersebut meliputi *properties* tanah, berat jenis air, mutu beton dan tinggi dinding penahan tanah. Data tersebut digunakan untuk melakukan perancangan model dinding penahan tanah (DPT) dan juga perhitungan beban yang bekerja pada dinding penahan tanah (DPT).

3.4 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 12. Diagram alir penelitian.

3.5 Analisis Hasil Penelitian

3.6.1 Membuat Grafik Hubungan Tinggi Dinding penahan tanah (DPT) dengan Tegangan

Analisis dilakukan dengan mengambil data tegangan akibat beban-beban maksimum. Selanjutnya buat grafik hubungan antara tinggi dinding penahan tanah (DPT) dan tegangan berdasarkan data yang telah didapatkan. Grafik hubungan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Hubungan tinggi dinding penahan tanah (DPT) dengan tegangan maksimum akibat tekanan hidrostatis.
2. Hubungan tinggi dinding penahan tanah (DPT) dengan tegangan minimum akibat tekanan hidrostatis.
3. Hubungan tinggi dinding penahan tanah (DPT) dengan tegangan maksimum akibat tekanan tanah *lateral*.
4. Hubungan tinggi dinding penahan tanah (DPT) dengan tegangan minimum akibat tekanan tanah *lateral*.
5. Hubungan tinggi dinding penahan tanah (DPT) dengan tegangan maksimum akibat berat sendiri (*dead loads*).
6. Hubungan tinggi dinding penahan tanah (DPT) dengan tegangan minimum akibat berat sendiri (*dead loads*).
7. Hubungan tinggi dinding penahan tanah (DPT) dengan tegangan maksimum akibat tekanan tanah *lateral* dan tekanan hidrostatis.
8. Hubungan tinggi dinding penahan tanah (DPT) dengan tegangan minimum akibat tekanan tanah *lateral* dan tekanan hidrostatis.
9. Hubungan tinggi dinding penahan tanah (DPT) dengan tegangan maksimum akibat berat sendiri (*dead loads*) dan *uplift*.
10. Hubungan tinggi dinding penahan tanah (DPT) dengan tegangan minimum akibat berat sendiri (*dead loads*) dan *uplift*.
11. Hubungan tinggi dinding penahan tanah (DPT) dengan tegangan maksimum akibat berat sendiri (*dead loads*) dan vertikal.
12. Hubungan tinggi dinding penahan tanah (DPT) dengan tegangan minimum akibat berat sendiri (*dead loads*) dan vertikal.

13. Hubungan dinding penahan tanah (DPT) dengan tegangan maksimum akibat berat sendiri (*dead loads*), vertikal dan *uplift*.
14. Hubungan tinggi dinding penahan tanah (DPT) dengan tegangan minimum akibat berat sendiri (*dead loads*), tekanan tanah *lateral* dan *uplift*.

3.6.2 Membuat Trendline Persamaan Polinomial

Dari grafik hubungan yang didapatkan dibuat *trendline* untuk masing-masing kombinasi pembebanan sehingga dari ke 14 grafik menghasilkan 14 *trendline* sekaligus persamaan polinomialnya. Untuk mengetahui kualitas *trendline* tersebut terdapat nilai R^2 yang menjadi acuan.

3.6.3 Mendapatkan Grafik Distribusi Tegangan

Grafik distribusi tegangan yang telah dibuat *trendline* persamaan polinomial digabungkan menjadi 4 kelompok untuk memudahkan pembacaan yakni distribusi tegangan maksimum arah horizontal, distribusi tegangan minimum arah horizontal, distribusi tegangan maksimum arah vertikal dan distribusi tegangan minimum arah vertikal.

3.6.4 Diskusi Hasil Grafik

Diskusi hasil grafik dilakukan dengan pengujian menggunakan metode penarikan garis dan perhitungan matematis dari persamaan polinomial. Selanjutnya dilakukan pengujian ekstrapolasi untuk mengetahui batas ketepatan penggunaan grafik distribusi tegangan yang didapatkan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan penjelasan yang telah dilakukan, maka kesimpulannya adalah:

- 1) Distribusi tegangan yang dihasilkan akibat tekanan hidrostatik, tanah *lateral*, *uplift*, dan beban sendiri memiliki pola yang bervariasi setiap kombinasi pembebanan. Dari keempat gaya yang digunakan tekanan tanah *lateral* memiliki nilai tegangan terbesar dibandingkan dengan gaya lainnya. Nilai tersebut dapat dibuktikan pada nilai tegangan maksimum dinding penahan tanah 5 m. Nilai tegangan *maxs* akibat tekanan hidrostatik sebesar 1.186,44 kN/m², nilai tegangan *maxs* akibat tekanan tanah *lateral* sebesar 2.491,52 kN/m² dan nilai tegangan *maxs* akibat berat sendiri sebesar 88,66 kN/m²
- 2) Penelitian ini berhasil mendapatkan grafik distribusi tegangan yang dapat digunakan sebagai cara yang cepat untuk mendapatkan nilai distribusi tegangan pada tubuh bangunan dinding penahan tanah. Grafik distribusi tegangan telah diuji dan menghasilkan ketepatan yang cukup baik.

5.2 Saran

Penelitian lanjutan terkait analisis tegangan pada bangunan dinding penahan tanah perlu dikembangkan kembali agar menghasilkan grafik yang lebih akurat dan bisa digunakan baik untuk sebagian maupun keseluruhan *type* dinding penahan tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriani, D. W., and Hadid, M. (2019). Kriteria Desain Dinding Penahan Pada Tanah Campuran. *Wahana Teknik Sipil: Jurnal Pengembangan Teknik Sipil*, 24(2), 79-88. <http://dx.doi.org/10.32497/wahanats.v24i2.1726>
- Assiddiqy et al. (2023). Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Saluran Irigasi Situ Baladi Desa Purwasari, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-ilmu Teknik Sipil*, 7(2), 195-203. <http://dx.doi.org/10.32832/komposit.v7i2.8295>
- Azmi, N. A., Ibrahim, S. L., & Ibrahim, I. 2024. Flood vulnerability and adaptation assessment in Padang Terap District, Kedah, Malaysia. *Planning Malaysia Journal*, 21(5), 387-401. <https://doi.org/10.21837/pm.v21i29.1378>
- Badan Standarisasi Nasional. 2017. *SNI 8460:2017—Persyaratan Perancangan Geoteknik*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2020. *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI-1727-2020)*. Indonesia. 1–336.
- Chanson, H., Bung D. B., and Matos J. (2015). *Energy Dissipation in Hydraulic Structures.*, pp. 45–64. <https://doi.org/10.1201/b18441-4>
- Dermawan, A., Alimuddin, and Fachruddin S. (2022). Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus: Desa Mekarjaya, Kecamatan Ciomas, Kabupaten Bogor). *Rona Teknik Pertanian*, 15(2). <https://DOI.org/10.17969/rtp.v15i2.27778>
- Fitriyana, L., and Arbianto, R. (2019). Analisa Galian Berdasarkan Metode Element Hingga. *Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*, 24(2), 33-37. <https://doi.org/10.36728/jtsa.v24i2.979>
- Hakim, L., Putra, P. P., and Nurtanto, D. (2021). Perkuatan Lereng pada Sempadan Sungai Jl. Sultan Agung Kabupaten Jember dengan Dinding Penahan Tanah Kantilever. *Bentang Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*. 9(2), 115-128. <https://doi.org/10.33558/bentang.v9i2.2864>

- Hardiyatmo, H. C. 2018. *Mekanika Tanah 2, Edisi ke-6*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hartanto, T., and Rully. (2020). Hilangnya Sinergitas Masyarakat Dengan Sungai Dalam Tata Ruang Permukiman Bantaran Sumber di Surakarta. *Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*, 25(1), 41-49. <https://doi.org/10.36728/jtsa.v25i2.1074>
- Hayati, S., Putra, S. A., and Halimatusadiyah. (2024). *Perencanaan Dinding Penahan Tanah Sungai Berhubungan Langsung Dengan Laut Menggunakan Metode Revetment Retaining Wall*. Sekolah Tinggi Teknologi Dumai. Thesis. <http://repository.sttdumai.ac.id/id/eprint/779>
- Ishak and Ruwiyo. (2018). Kajian Dinding Penahan Tanah Pada Tebing Sungai Untuk Pengendalian Banjir. *Rang Teknik Journal*, (1)2, 287-294. <https://doi.org/10.31869/rtj.v1i2.773>
- Jaelani, A., Amran, Y., and Gumay, H. A. (2020). Analisis Dinding Penahan Tanah / Retaining Wall Underpass Unila Bandar Lampung. *JUMATISI: Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil*, 1(2), 81-91. doi: 10.24127/jumatisi.v1i2.3665
- Kartini. 2017. Penentuan Sudut Geser Dalam Dasar pada Batuan Terkekarkan. *Jurnal GEOSAPTA*, 3(2), 125-126. Doi: 10.20527/jg.v3i2.3908
- Noviati, T. (2023). Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever Pada Gedung Perkantoran X Di Kota Depok. *Jurnal Teknik dan Science*, 2(3), 92-102. <https://doi.org/10.56127/jts.v2i3.1181>
- Pamungkas, M. T. Y. 2021. *Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Kantilever Dan Pondasi Bored Pile Menggunakan Program Plaxis 8.6 Pada Jembatan Kiringan Sungai Opak (Analysis Strengthening Of Soil Using Cantilever Retaining Wall And Bored Pile Foundation Using Plaxis 8.6 Program)*. Skripsi. Universitas Islam Indonesia.
- Pranata, and Heri. 2010. *Analisis dinding penahan tanah dengan perhitungan manual dan kontrol gaya-gaya dalam yang bekerja pada dinding penahan tanah dengan metode sap2000 plane-strain*. Tugas akhir. Universitas Negeri Yogyakarta. 36 – 37.
- Romdania, Y., and Herison, A. (2023). Analysis Of Rainfall Erosivity Index Using The Bols And Lenvain Methods. *Malaysian Journal of Civil Engineering*, 35(2): 27-34. <https://doi.org/10.11113/mjce.v35.19780>
- Sahfitri, P. I. (2021). Finite Element Analysis Pada Dinding Penahan Tanah Simpang Underpass Universitas Lampung. *Teknosia*, 15(1), 7–15. <https://doi.org/10.33369/teknosia.v1i1.15331>

Syah, A., Siregar, A. M., and Wijaya, R. C. 2022. Potential Hazard Analysis and Mechanism of Landslide and Debris Flow in Semaka, Tanggamus. *AIP Conference Proceedings* 2563, 050025 (2022).
<https://doi.org/10.1063/5.0105201>

Tamaela, L., Suhudi, S., and Arifianto, A. K. (2018). Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah di Perumahan Pegawai Negeri Sipil Kepanjen Kabupaten Malang. *eUREKA: Jurnal Penelitian Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 2(2), 295-301. <https://publikasi.unitri.ac.id/index.php/teknik>