

Perencanaan Dinding Penahan Tanah Batu Kali Menggunakan Perkuatan Pondasi Sumuran (Studi Kasus: Lokasi Kic Semarang)

Calvin Candra Pratama^{1*}; Vicky Cahyo Wicaksono¹; Maria Wahyuni²; Rinda Karlinasari²

^{1,2}Universitas Katolik Soegijapranata, ²Universitas Islam Sultan Agung

*Email: ¹19b10006@student.unika.ac.id

Abstract

A retaining wall is a construction structure that aims to resist soil thrust and can be combined with a foundation as reinforcement, for example a cassion foundation. At the KIC Semarang site, there is a river stone retaining wall that has cracks and is planned to be used as a heavy equipment warehouse. The results of manual calculations showed a safety factor (SF) against sliding of 1,14; overturning of 1,03; and bearing capacity of 0,124. The analysis continued with back analysis using the Finite Element Method (FEM), giving a SF of 1,186. Based on SNI 8460:2017, the results of the analysis, the SF value does not meet the requirements. The results that show this unsafe condition, the researchers conducted DPT planning by including two types of dimensions, namely existing and according to SNI and reinforced with a 1 meter diameter cassion foundation with a depth of 2 meters, then modeled in two types, namely without frame and with frame. The analysis shows that the existing DPT without frame has an SF of 2,056. If reinforced with foundation pits, the SF value increases by 1,75% to 2,092. The existing DPT with frame has an SF of 2,412. If reinforced with foundation pits, the SF value increases by 4,68% to 2,435. The SNI DPT without frame has an SF of 2,429. If reinforced with foundation pits, the SF value increases by 0,25% to 2,435. DPT SNI with frame has SF of 2,736 If reinforced with pits, the SF value increases by 9,03% to 2,983.

Kata kunci: *Retaining Wall, Sassion Foundation, Safety Factor, Finite Element Method*

Abstrak

Dinding penahan tanah (DPT) adalah struktur konstruksi yang bertujuan menahan dorongan tanah dan dapat dikombinasikan dengan pondasi sebagai perkuatan, contohnya pondasi sumuran. Di lokasi KIC Semarang, terdapat dinding penahan tanah batu kali yang mengalami retakan dan direncanakan untuk digunakan sebagai gudang alat berat. Analisis dilakukan menggunakan data lapangan berupa *borlog* yang terdiri dari tiga titik yaitu BH.01, BH.02, dan BH.03. Hasil perhitungan manual menunjukkan *safety factor* (SF) terhadap penggeseran sebesar 1,14; penggulingan sebesar 1,03; dan daya dukung sebesar 0,124. Analisis dilanjutkan dengan *back analysis* menggunakan *Finite Element Method* (FEM) memberikan hasil SF sebesar 1,186. Berdasarkan SNI 8460:2017 hasil analisis tersebut nilai SF tidak memenuhi syarat. Hasil yang menunjukkan kondisi tidak aman ini maka peneliti melakukan perencanaan DPT dengan mencakup dua tipe dimensi yaitu eksisting dan sesuai SNI dan diperkuat dengan pondasi sumuran berdiameter 1 meter dengan kedalaman 2 meter, lalu dimodelkan dalam dua tipe yaitu tanpa rangka dan dengan rangka. Analisis menunjukkan bahwa DPT eksisting tanpa rangka memiliki SF sebesar 2,056. Jika diberi perkuatan pondasi sumuran nilai SF meningkat sebesar 1,75% menjadi sebesar 2,092. DPT eksisting dengan rangka memiliki SF sebesar 2,412. Jika diberi perkuatan pondasi sumuran nilai SF meningkat sebesar 4,68% menjadi sebesar 2,435. DPT SNI tanpa rangka memiliki SF sebesar 2,429. Jika diberi perkuatan pondasi sumuran nilai SF meningkat sebesar 0,25% menjadi sebesar 2,435. DPT SNI dengan rangka memiliki SF sebesar 2,736 Jika diberi perkuatan pondasi sumuran nilai SF meningkat sebesar 9,03% menjadi sebesar 2,983.

Kata kunci: *Dinding Penahan Tanah, Pondasi Sumuran, Safety Factor, Finite Element Method*

PENDAHULUAN

Permukaan suatu tanah tidak selalu dalam keadaan datar akan tetapi ada juga yang dalam keadaan miring atau disebut berlereng. Menurut Santoso, Suharwanto, dan Prasetyo (2021) lereng yang tidak stabil dapat menimbulkan masalah berupa pergerakan massa tanah atau longsor. Pergerakan massa tanah diakibatkan beberapa faktor seperti kondisi geologi, struktur geologi dan tata guna lahan.

Menurut Syafruddin (2004) dinding penahan tanah (DPT) adalah sebuah struktur konstruksi yang bertujuan untuk menahan tekanan atau dorongan tanah. Konstruksi dinding penahan tanah biasanya digunakan di kawasan lereng atau daerah-daerah yang rawan akan terjadinya longsor. Dinding penahan tanah terdiri dari beberapa jenis yaitu dinding penahan tanah gravitasi, dinding penahan semi gravitasi, dinding penahan tanah kantilever, dan dinding penahan tanah kantilever berusuk. Jenis dinding penahan tanah tersebut digunakan tergantung kebutuhan yang diperlukan dan situasi di lapangan.

Dinding penahan tanah didesain untuk menahan tekanan tanah lateral berupa tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif. Menurut Darwis (2018) tekanan tanah lateral adalah sebuah tekanan yang diberikan oleh tanah pada arah horizontal pada struktur penahan tanah.

Gaya lateral bisa didapat berupa tekanan tanah yang mendorong dinding penahan tanah, tekanan air dalam tanah atau beban yang diterima tanah. Jika tidak dapat menahan gaya lateral, maka akan berpotensi menyebabkan kegagalan dinding penahan tanah.

Pada penelitian ini studi kasus yang digunakan berlokasi di Kawasan Industri Candi (KIC) Semarang. Lokasi ini memiliki tanah berupa lereng dan telah dibangun dinding penahan tanah pasangan batu kali untuk menahan tanah urugan. Gambar lokasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1: Lokasi Penelitian (Sumber: Google Earth)

Konstruksi ini saat ditinjau oleh peneliti DPT hanya menahan tanah tanpa adanya beban struktur, namun konstruksi tersebut mengalami retakan besar. Retakan ini terjadi hampir di seluruh dinding penahan tanah pada lokasi tersebut, sehingga membahayakan apabila sampai roboh. Berdasarkan kondisi konstruksi tersebut peneliti perlu mengetahui kegagalan stabilitas yang terjadi dan melakukan perencanaan struktur DPT. Gambar retakan DPT di lokasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2: Kondisi Retakan DPT Lokasi KIC

Lokasi tersebut direncanakan akan digunakan sebagai Gudang alat berat sehingga dalam perencanaannya akan menggunakan pembebanan yang mewakili sebagai beban dari Gudang tersebut.

METODE

Tahapan penelitian ini dibagi dalam beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Tahap studi literatur mengenai dinding penahan tanah, perkuatan dinding penahan tanah dan program *Finite Element Method* (FEM)
2. Tahap pengumpulan data seperti kontur tanah, *borlog*, data SPT, dan dimensi dinding penahan tanah.
3. Tahap pengolahan data yang terdiri dari menentukan stratigrafi tanah menggunakan *borlog*, perhitungan manual untuk mengetahui kegagalan stabilitas pada dinding penahan tanah yang terjadi hingga analisis menggunakan program *Finite Element Method* (FEM) untuk perencanaan dinding penahan tanah.
4. Tahap pengambilan kesimpulan dan saran.

HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian analisis perencanaan dinding penahan tanah pada Lokasi KIC Semarang dijelaskan sebagai berikut:

Pengelompokan Tanah

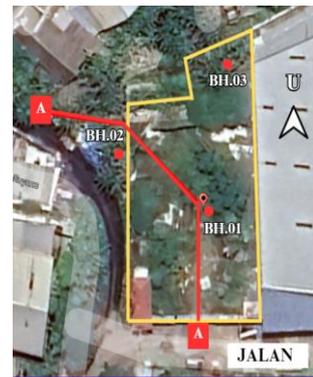
Pengelompokan tanah berdasarkan jenisnya dan kekakuan tanahnya dilakukan pada setiap hasil *borlog* dan SPT. Pengelompokan tanah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1: Pengelompokan Tanah Berdasarkan Data Borlog

Borlog	Depth (m)	Pengelompokan Tanah
BH.01	0,00 - 6,00	Medium Clay
	6,00 - 11,00	Stiff Clay
	11,00 - 19,50	Verry Stiff Clay
	19,50 - 30,00	Hard Clay
BH.02	0,00 - 8,80	Verry Stiff Clay
	8,80 - 11,00	Hard Clay
	11,00 - 15,00	Very Dense Gravel
BH.03	0,00 - 4,00	Stiff Clay
	4,00 - 12,00	Very stiff Clay
	12,00 - 26,00	Hard Clay

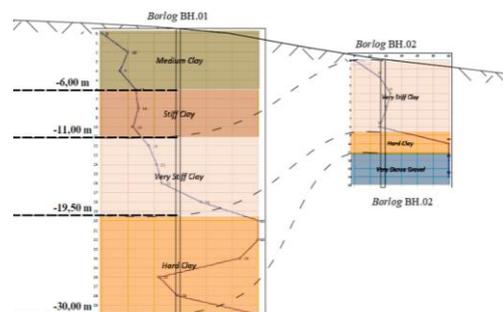
Stratigrafi Tanah

Stratigrafi tanah dapat terbentuk dengan adanya data kontur tanah dan data *borlog*. Data kontur tanah tidak dimiliki oleh peneliti sehingga akan menggunakan bantuan Google Earth. Gambar Potongan kontur tanah dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3: Garis Potongan Profil Tanah (Sumber: Google Earth Pro, 2024)

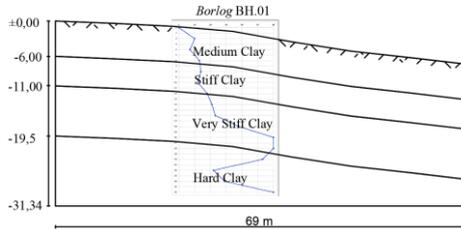
Setelah profil tanah didapatkan dilanjut dengan *plotting* pengelompokan tanah terhadap profil tersebut. Pada Potongan A-A terdapat 2 *borlog* yang digunakan yaitu *borlog* B.01 dan B.02 sehingga *plotting borlog* terhadap Profil Tanah Potongan A-A dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4: Plotting Brolog Terhadap Profil Tanah Potongan A-A

Plotting tersebut bertujuan untuk melakukan stratigrafi lapisan tanah, namun jika dilihat antara *borlog* BH.01 dan BH.02 memiliki lapisan tanah yang berbeda. Lapisan *borlog* BH.02 yang pertama yaitu *very stiff clay* berada pada lapisan *borlog* B.01 pertama yaitu *medium clay* sehingga jika dihubungkan antara *borlog* BH.01 dan BH.02 tidak terhubung dan perbedaan

konsistensinya cukup jauh. Lapisan tanah yang tidak terhubung ini maka diambil borlog BH.01 sebagai acuan untuk lapisan tanahnya. Hasil Stratigrafi pada Profil Tanah Potongan A-A dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5: Stratigrafi Tanah

Parameter Tanah, Pasangan Batu Kali, dan Beton

Parameter tanah terdapat 4 jenis dan akan dikelompokkan dalam 2 tabel. Parameter *medium clay* dan *stiff clay* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2: Parameter Tanah *Medium Clay* dan *Stiff Clay*

Konsistensi	<i>Medium clay</i>	<i>Stiff clay</i>
$\gamma_{unsat}(\text{kN/m}^3)$	15,2	15,9
$\gamma_{sat}(\text{kN/m}^3)$	17,2	17,9
<i>Void Ratio</i>	0,62	1,04
<i>Permeabilitas (m/day)</i>	0,0086	0,0086
<i>Poisson's Ratio</i>	0,4	0,4
$c'(\text{kN/m}^2)$	1,013	39,294
$\phi'(\text{°})$	24,20	25,96
$E(\text{KN/m}^2)$	4900	9100

Parameter untuk tanah *very stiff clay* dan *hard clay* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3: Parameter Tanah *Very Stiff Clay* dan *Hard Clay*

Konsistensi	<i>Very Stiff clay</i>	<i>Hard Clay</i>
$\gamma_{unsat}(\text{kN/m}^3)$	16,6	18,0
$\gamma_{sat}(\text{kN/m}^3)$	18,6	20,0
<i>Void Ratio</i>	1,02	1,04
<i>Permeabilitas (m/day)</i>	0,00086	0,00086
<i>Poisson's Ratio</i>	0,4	0,4

Tabel 3: Parameter Tanah *Very Stiff Clay* dan *Hard Clay* (Lanjutan)

Konsistensi	<i>Very Stiff clay</i>	<i>Hard Clay</i>
$c'(\text{kN/m}^2)$	54,398	206,033
$\phi'(\text{°})$	28,81	35,38
$E(\text{KN/m}^2)$	15400	32900

Parameter tanah urug yang akan digunakan pada *back analysis* berdasarkan asumsi dikarenakan keterbatasan data yang dimiliki. Parameter tanah urug dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4: Parameter Tanah Urug

Jenis Tanah	Tanah Urug
$\gamma_{unsat}(\text{kN/m}^3)$	15,2
$\gamma_{sat}(\text{kN/m}^3)$	17,2
<i>Void Ratio</i>	0,62
<i>Permeabilitas (m/day)</i>	0,0086
<i>Poisson's Ratio</i>	0,4
$c'(\text{kN/m}^2)$	1,013
$\phi'(\text{°})$	24,20
$E(\text{KN/m}^2)$	4900

Parameter untuk pasangan batu kali diasumsikan menggunakan parameter batuan dan parameter dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5: Parameter Pasangan Batu Kali

Material	Pasangan Batu Kali
$\gamma_{unsat}(\text{kN/m}^3)$	20
$\gamma_{sat}(\text{kN/m}^3)$	22
<i>Permeabilitas (m/day)</i>	0,0086
<i>Poisson's Ratio</i>	0,3
$c'(\text{kN/m}^2)$	100
$\phi'(\text{°})$	26
$E(\text{KN/m}^2)$	100000

Parameter material beton diperlukan untuk menggambarkan material seperti *casing*, balok, dan kolom pada DPT. Parameter material beton dapat dilihat pada Tabel 6.

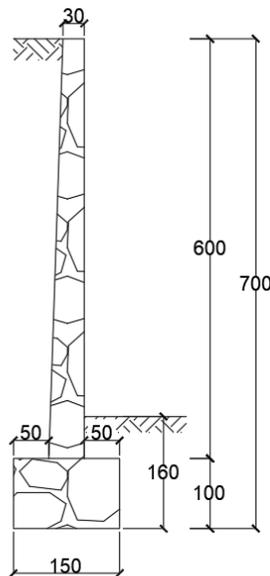
Tabel 6: Parameter Material Beton

Material	Beton
Mutu Beton f'_c (MPa)	20
γ (kN/m ³)	23,6
Poisson's Ratio	0,15
E (KN/m ²)	21019,04

(Sumber: SNI 2847:2019)

Dimensi DPT Eksisting

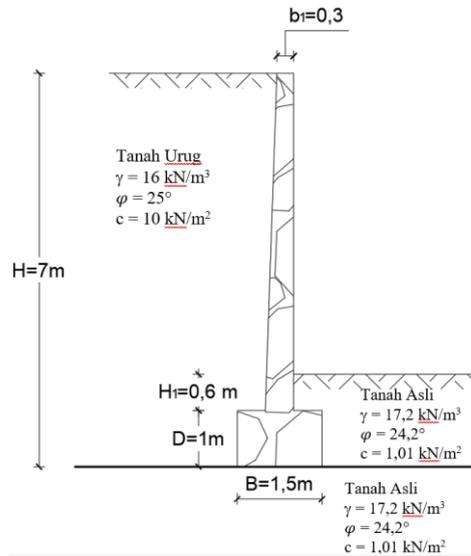
Pemilik dari lokasi yang diteliti saat membangun DPT tidak melalui proses perencanaan dan tidak memiliki gambar kerja DPT. Pemilik dari lokasi penelitian hanya mengetahui dimensi lebar kaki DPT (B) yaitu 1,5 meter dan perkiraan tinggi total sekitar 7 meter. Informasi yang terbatas ini untuk dimensi yang tidak diketahui akan diambil berdasarkan syarat-syarat yang telah diatur oleh SNI 8460:2017. Dimensi DPT eksisting dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6: Dimensi DPT Eksisting

Analisa Stabilitas DPT Eksisting

Analisa stabilitas DPT dilakukan dengan menghitung manual yang bertujuan untuk mengetahui kegagalan stabilitas DPT dan gambaran untuk DPT beserta parameter tanah dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7: DPT Eksisting dan Parameter Tanah

Perhitungan DPT eksisting secara manual menggunakan metode perhitungan yang digunakan adalah Metode Rankine. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai stabilitas yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7: Hasil Perhitungan Manual DPT Eksisting

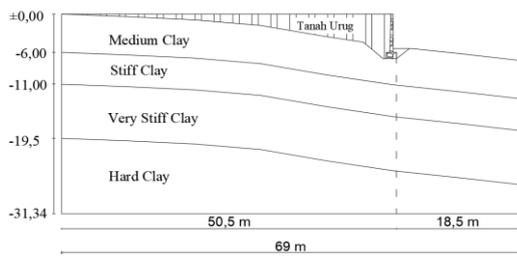
Stabilitas	Safety Factor	Status
Penggeseran	1,14	Tidak Aman
Penggulingan	1,03	Tidak Aman
Daya Dukung	0,124	Tidak Aman

Berdasarkan Tabel 7 dapat diambil kesimpulan bahwa DPT dimensi eksisting dalam kondisi tidak stabil pada semua kondisi.

Back Analysis Menggunakan FEM

Setelah melakukan perhitungan manual dilanjutkan dengan melakukan *back analysis* menggunakan *Finite Element Method* (FEM). Analisa ini berguna untuk mengetahui kegagalan struktur yang terjadi dengan mengaplikasikan tahapan pengerjaan yang ada di lapangan.

Struktur DPT akan dimodelkan menggunakan stratigrafi yang ada pada Gambar 5. Gambar pemodelan DPT untuk *back analysis* dapat dilihat pada Gambar 8.

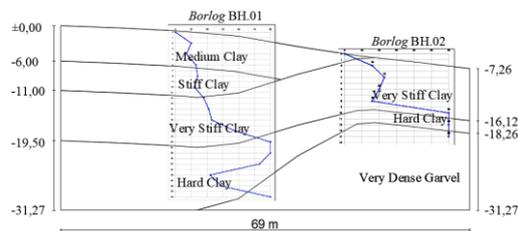


Gambar 8: Pemodelan DPT Back Analysis

Hasil DPT yang sudah diaplikasikan didapatkan hasil nilai *safety factor* (SF) sebesar 1,184. Syarat minimum SF global berdasarkan SNI 8460:2017 adalah 1,5 sehingga nilai SF 1,2 tidak memenuhi syarat minimum dan bisa disimpulkan DPT tidak stabil. Konstruksi DPT yang tidak stabil berdasarkan hasil analisis *Finite Element Method* (FEM) mengakibatkan tanah pada bagian depan DPT mengalami desakan akibat longsor tanah sehingga konsistensi tanah di depan DPT mengalami peningkatan. Peningkatan konsistensi pada bagian depan bila dianalisis menggunakan FEM maka akan didapatkan nilai tegangan geser yang sama dengan tanah lapis pertama *borlog* BH.02

Perencanaan Dinding Penahan Tanah Menggunakan *Finite Element Method* (FEM)

Berdasarkan hasil *back analysis* tanah yang berada di depan DPT mengalami desakan akibat longsor dari DPT sehingga dalam perencanaannya akan mengubah stratigrafi tanah. Stratigrafi tanah dalam perencanaan akan melibatkan *borlog* BH.01 dan *borlog* BH.02 yang dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9: Stratigrafi Tanah Untuk Perencanaan

Parameter tanah lempung atau *clay* akan menggunakan parameter tanah dari *borlog* BH.01 atau parameter yang sudah disajikan pada Tabel 2. Pada *borlog* BH.02 terdapat

tanah gravel sehingga perlu dikorelasikan nilainya untuk mendapatkan parameternya. Parameter tanah *very dense gravel* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8: Parameter Tanah *Very Dense Gravel*

Konsistensi	<i>Very Dense Gravel</i>
$\gamma_{unsat}(\text{kN/m}^3)$	21
$\gamma_{sat}(\text{kN/m}^3)$	22
<i>Void Ratio</i>	0,5
<i>Poisson's Ratio</i>	0,3
$c'(\text{kN/m}^2)$	45
$\phi'(^{\circ})$	0
$E(\text{KN/m}^2)$	120000

Lokasi penelitian ini direncanakan akan digunakan sebagai gudang alat berat sehingga diberikan beban yang bekerja. Beban yang bekerja untuk mewakili gudang diasumsikan sebagai timbunan tanah 2 meter dengan nilai berat jenis volume tanahnya (γ) sebesar 18 kN/m^3 . Beban yang bekerja dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9: Beban-Beban Pada DPT

Nama Beban	Beban
Beban Gudang Alat Berat	36 kN/m^2
Beban Dinding	2,83 kN/m

(Sumber: Hasil Analisis, 2024)

Pemodelan DPT dengan *Finite Element Method* (FEM) pada penelitian ini terdapat 8 kondisi DPT yang dianalisis. Kondisi DPT yang akan dianalisis dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10: Macam-Macam Kondisi DPT yang Dianalisis

No.	Kondisi DPT yang Dianalisis
1.	DPT dimensi eksisting tanpa rangka kolom dan balok
2.	DPT dimensi eksisting perkuatan sumuran 2 meter tanpa rangka kolom dan balok
3.	DPT dimensi SNI tanpa rangka kolom dan balok

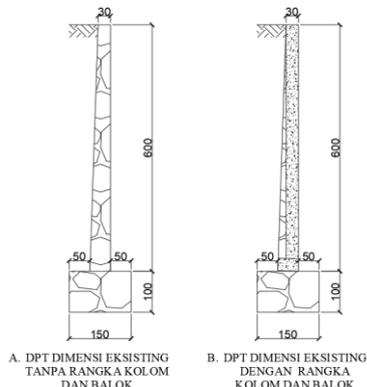
Tabel 10: Macam-Macam Kondisi DPT yang Dianalisis (Lanjutan)

No.	Kondisi DPT yang Dianalisis
4.	DPT dimensi SNI perkuatan sumuran 2 meter tanpa rangka kolom dan balok
5.	DPT dimensi eksisting dengan rangka kolom dan balok
6.	DPT dimensi eksisting perkuatan sumuran 2 meter dengan rangka kolom dan balok
7.	DPT dimensi SNI dengan rangka kolom dan balok
8.	DPT dimensi SNI perkuatan sumuran 2 meter dengan rangka kolom dan balok

Macam-macam kondisi yang disajikan pada Tabel 10 akan dianalisis menggunakan *Finite Element Method* (FEM) dan dimensi kolom dan balok yang digunakan memiliki ukuran 30 cm×30 cm dengan menggunakan material beton yang terdapat pada Tabel 6. Struktur DPT akan dianalisis terhadap nilai *safety factor*.

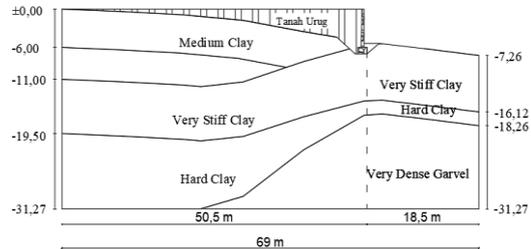
Analisis DPT Dimensi Eksisting Menggunakan *Finite Element Method* (FEM)

Setelah semua parameter telah teridentifikasi maka selanjutnya melakukan perhitungan menggunakan *Finite Element Method* (FEM). Analisis pertama dilakukan adalah menganalisis DPT dimensi eksisting tanpa menggunakan rangka kolom dan balok. Analisis kedua yaitu DPT dimensi eksisting dengan menggunakan rangka kolom dan balok. Detail gambar DPT dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10: Detail DPT Dimensi Eksisting

Struktur DPT yang ada pada Gambar 10 akan dimodelkan dengan stratigrafi yang ada pada Gambar 9. Pemodelan perencanaan DPT eksisting dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11: Pemodelan Gambar DPT Dimensi Eksisting

Struktur DPT akan dimodelkan seperti Gambar 10 untuk dianalisis menggunakan *Finite Element Method* (FEM). Hasil *safety factor* DPT eksisting dan dapat dilihat pada Tabel 11.

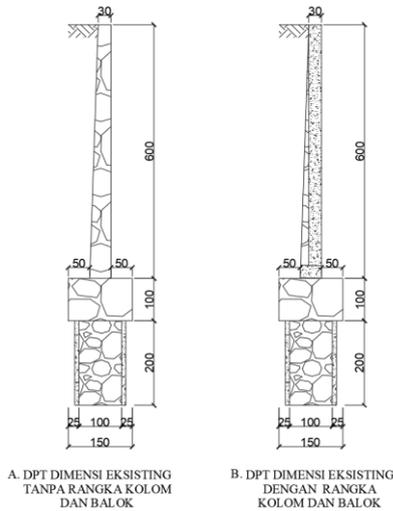
Tabel 11: *Safety Factor* Dimensi Eksisting

Keterangan	<i>Safety Factor</i>
DPT dimensi eksisting tanpa Rangka kolom dan balok	2,056
DPT dimensi eksisting dengan Rangka kolom dan balok	2,412

Hasil analisis DPT dimensi eksisting dengan menggunakan rangka kolom dan balok memiliki nilai SF lebih besar 0,356 dari DPT dimensi eksisting tanpa menggunakan rangka kolom dan balok dikarenakan adanya pengaruh kolom dan balok

Analisis DPT Dimensi Eksisting Perkuatan Pondasi Sumuran Menggunakan *Finite Element Method* (FEM)

Analisis berikutnya menganalisis DPT dimensi eksisting perkuatan pondasi sumuran. Pondasi sumuran berdiameter 1 meter dan dengan tinggi 2 meter. Struktur yang dianalisis yaitu DPT dimensi eksisting perkuatan pondasi sumuran tanpa rangka kolom dan balok. Analisis dilanjutkan lagi dengan DPT dimensi eksisting perkuatan pondasi sumuran dengan rangka kolom dan balok. Detail gambar DPT dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12: Detail DPT Dimensi Eksisting Dengan Perkuatan Pondasi Sumuran

Berdasarkan hasil analisis didapatkan nilai *safety factor* yang dapat dilihat pada Tabel 12.

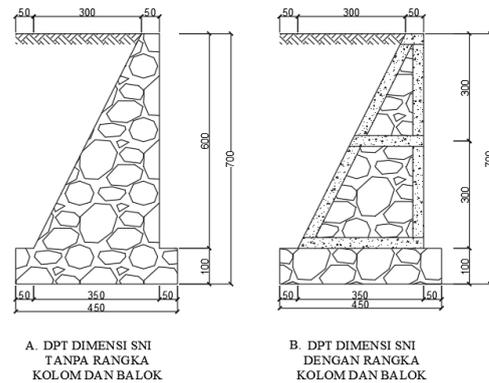
Tabel 12: Safety Factor Dimensi Eksisting Perkuatan Pondasi Sumuran

Keterangan	Safety Factor
DPT dimensi eksisting perkuatan pondasi sumuran tanpa Rangka kolom dan balok	2,092
DPT dimensi eksisting perkuatan pondasi dengan Rangka kolom dan balok	2,525

Hasil analisis DPT dimensi eksisting perkuatan pondasi sumuran dengan menggunakan rangka mengalami peningkatan SF sebesar 0,113 sedangkan DPT dimensi eksisting perkuatan pondasi sumuran tanpa menggunakan rangka mengalami peningkatan SF lebih rendah yaitu 0,036.

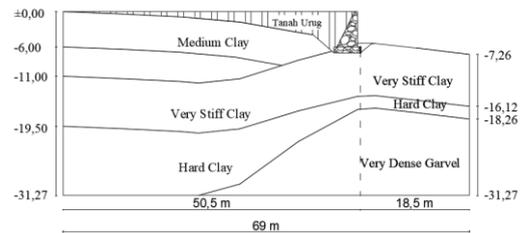
Analisis DPT Dimensi SNI Menggunakan Finite Element Method (FEM)

Analisa dilanjutkan dengan penggunaan dimensi sesuai standar SNI 8460:2017. Struktur DPT yang dianalisis yaitu DPT dimensi SNI tanpa menggunakan rangka kolom dan balok, Analisis dilanjutkan dengan DPT dimensi SNI dengan menggunakan rangka kolom dan balok. Detail gambar DPT dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13: Detail DPT Dimensi SNI

Struktur DPT yang ada pada Gambar 13 akan dimodelkan dengan stratigrafi yang ada pada Gambar 9. Pemodelan perencanaan DPT dimensi SNI dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 14: Pemodelan Gambar DPT Dimensi SNI

Struktur DPT akan dimodelkan seperti Gambar 14 untuk dianalisis menggunakan *Finite Element Method* (FEM). Hasil *safety factor* DPT eksisting dan dapat dilihat pada Tabel 13.

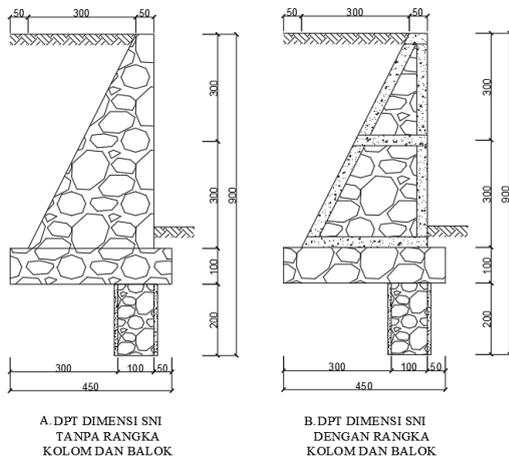
Tabel 13: Safety Factor Dimensi SNI

Keterangan	Safety Factor
DPT dimensi SNI tanpa Rangka kolom dan balok	2,429
DPT dimensi SNI dengan Rangka kolom dan balok	2,736

Hasil analisis DPT dimensi SNI dengan menggunakan rangka kolom dan balok memiliki nilai SF lebih besar 0,307 dari DPT dimensi SNI tanpa menggunakan rangka kolom dan balok dikarenakan adanya pengaruh kolom dan balok

Analisis DPT Dimensi SNI Perkuatan Pondasi Sumuran Menggunakan *Finite Element Method* (FEM)

Analisis berikutnya menganalisis DPT dimensi SNI perkuatan pondasi sumuran. Pondasi sumuran berdiameter 1 meter dan dengan tinggi 2 meter. Struktur yang dianalisis yaitu DPT dimensi SNI perkuatan pondasi sumuran tanpa rangka kolom dan balok. Analisis dilanjutkan dengan DPT dimensi SNI perkuatan pondasi sumuran dengan rangka kolom dan balok. Detail gambar DPT dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15: Detail DPT Dimensi Eksisting Dengan Perkuatan Pondasi Sumuran

Berdasarkan hasil analisis didapatkan nilai *safety factor* yang dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14: *Safety Factor* Dimensi SNI Perkuatan Pondasi Sumuran

Keterangan	<i>Safety Factor</i>
DPT dimensi SNI perkuatan pondasi sumuran tanpa Rangka kolom dan balok	2,435
DPT dimensi SNI perkuatan pondasi dengan Rangka kolom dan balok	2,983

Hasil analisis DPT dimensi SNI perkuatan pondasi sumuran dengan menggunakan rangka mengalami peningkatan SF sebesar 0,241 sedangkan DPT dimensi SNI perkuatan pondasi sumuran tanpa

menggunakan rangka mengalami peningkatan SF lebih rendah yaitu 0,006.

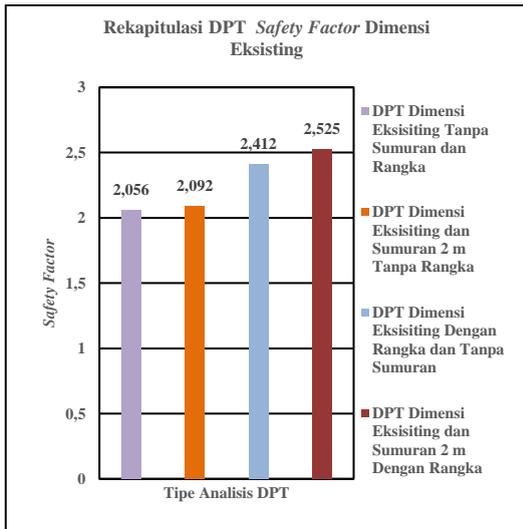
Diskusi

Hasil analisis yang sudah ada dilakukan rekapitulasi untuk mempermudah dalam memahami data yang sudah ada. Rekapitulasi akan dibagi menjadi 2 tabel. Tabel pertama rekapitulasi struktur DPT tanpa rangka kolom dan balok sedangkan tabel kedua struktur DPT dengan rangka kolom dan balok. Rekapitulasi DPT tanpa rangka kolom dan balok dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15: Rekapitulasi *Safety Factor* DPT Dimensi SNI

Analisis DPT	<i>Safety Factor</i>	
	Tanpa Perkuatan	Pondasi Sumuran 2 meter
DPT dimensi eksisting tanpa rangka kolom dan balok	2,056	2,092
Peningkatan (%)	1,75	
DPT dimensi eksisting dengan rangka kolom dan balok	2,412	2,525
Peningkatan (%)	4,68	

Berdasarkan Tabel 15 pengaruh pondasi sumuran pada DPT dimensi eksisting tanpa rangka kolom dan balok hanya sebesar 1,75%. Pengaruh pondasi sumuran pada DPT dimensi eksisting dengan rangka kolom dan balok sebesar 4,68%. Data dari Tabel 15 dapat dibuat grafik untuk melihat perbedaan data tersebut. Grafik rekapitulasi DPT eksisting tanpa rangka kolom dan balok dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16: Grafik Rekapitulasi Safety Factor DPT Eksisting

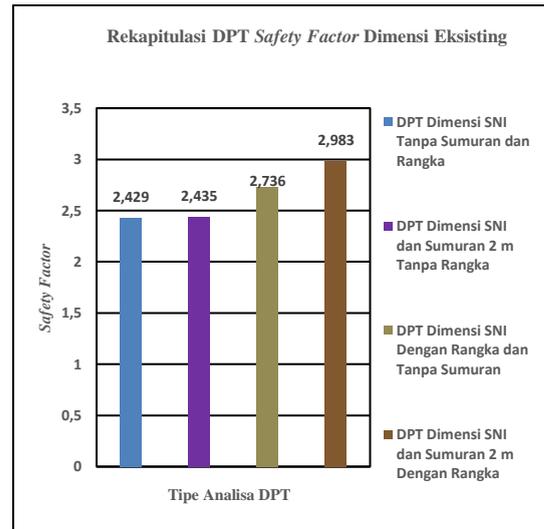
Pada Gambar 16 dapat dilihat perbedaan antara DPT tanpa kolom dan balok dengan DPT menggunakan kolom dan balok. Peningkatan efektivitas sumuran lebih tinggi jika terdapat kolom dan balok.

Hasil analisis berikutnya yaitu hasil rekapitulasi rekapitulasi DPT tanpa rangka kolom dan balok. Rekapitulasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16: Rekapitulasi Safety Factor DPT Dimensi SNI

Analisis DPT	Safety Factor	
	Tanpa Perkuatan	Pondasi Sumuran 2 meter
DPT dimensi SNI tanpa rangka kolom dan balok	2,429	2,435
Peningkatan (%)		0,25
DPT dimensi SNI dengan rangka kolom dan balok	2,736	2,983
Peningkatan (%)		9,03

Perbedaan pada Tabel 16 dapat terlihat lebih jelas melalui grafik yang ada pada Gambar 17.



Gambar 17: Grafik Rekapitulasi DPT Dimensi SNI

Berdasarkan Gambar 17 dapat dilihat kenaikan *safety factor* paling besar terjadi pada DPT dengan kolom dan balok. Pengaruh pondasi sumuran pada DPT dimensi SNI tanpa rangka kolom dan balok hanya sebesar 0,25%. Pengaruh pondasi sumuran pada DPT dimensi SNI dengan rangka kolom dan balok sebesar 9,03%. Berdasarkan data tersebut hasil yang didapatkan sama seperti DPT dimensi eksisting.

Hasil dari DPT dimensi eksisting maupun DPT dimensi SNI menunjukkan hasil yang sama yaitu pondasi sumuran akan efektif meningkatkan *safety factor* apabila pada DPT terdapat kolom dan balok. Ketika DPT tidak ada kolom dan balok DPT tidak akan mengalami peningkatan signifikan.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis terhadap DPT dengan penggunaan pondasi sumuran didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Perhitungan manual Dinding Penahan Tanah (DPT) kondisi eksisting menunjukkan bahwa DPT mengalami kegagalan. Hal ini disebabkan dimensi DPT yang tidak sesuai standar SNI 8460:2017. Kegagalan tersebut bila dianalisis didapatkan bahwa *safety factor* stabilitas penggeseran sebesar 1,14 kurang dari 1,5, stabilitas penggulingan dengan nilai SF sebesar 1,03 kurang dari 2, dan

- Daya dukung tanah 0,124 kurang dari 3. Jika dianalisis menggunakan *Finite Element Method* (FEM) nilai SF sebesar 1,184 yang menunjukkan tidak stabil karena SF kurang dari 1,5.
2. DPT dimensi eksisting tanpa rangka memiliki nilai SF sebesar 2,056. DPT dimensi eksisting perkuatan pondasi sumuran tanpa rangka memiliki nilai SF sebesar 2,092. Peningkatan *safety factor* akibat pondasi sumuran pada model DPT dimensi eksisting tanpa rangka sebesar 1,75%.
DPT dimensi eksisting dengan rangka memiliki nilai SF sebesar 2,412. DPT dimensi eksisting perkuatan pondasi sumuran dengan rangka memiliki nilai SF sebesar 2,525. Peningkatan *safety factor* akibat pondasi sumuran pada model DPT dimensi eksisting tanpa rangka sebesar 4,68%. Berdasarkan hasil analisis tersebut pondasi sumuran akan efektif apabila terdapat rangka kolom dan balok pada struktur.
 3. DPT dimensi SNI tanpa rangka memiliki nilai SF sebesar 2,429. DPT dimensi eksisting tanpa rangka memiliki nilai SF sebesar 2,056. Selanjutnya DPT dimensi SNI dengan rangka memiliki nilai SF sebesar 2,736. DPT dimensi eksisting dengan rangka memiliki nilai SF sebesar 2,412. DPT dimensi tanpa rangka maupun dengan rangka memiliki pengaruh dalam meningkatkan nilai *safety factor*.
 4. DPT dimensi SNI tanpa rangka memiliki nilai SF sebesar 2,249. DPT dimensi eksisting perkuatan pondasi sumuran tanpa rangka memiliki nilai SF sebesar 2,435. Peningkatan *safety factor* akibat pondasi sumuran pada model DPT dimensi SNI tanpa rangka sebesar 0,25%.
DPT dimensi SNI dengan rangka memiliki nilai SF sebesar 2,736. DPT dimensi SNI perkuatan pondasi sumuran dengan rangka memiliki nilai SF sebesar 2,983. Peningkatan *safety factor* akibat pondasi

sumuran pada model DPT dimensi SNI tanpa rangka sebesar 9,03%. Berdasarkan hasil analisis tersebut pondasi sumuran akan efektif apabila terdapat rangka kolom dan balok pada struktur.

SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian ini dapat diberikan saran untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut:

1. Memperhitungkan tanah ekspansif apabila tanah memiliki potensi ekspansif.
2. Apabila terdapat hasil uji laboratorium seperti uji triaxial atau uji direct shear dapat dimasukkan pada program Plaxis untuk mendapatkan hasil parameter yang lebih akurat.
3. Gaya yang bekerja akibat beban yang diterima oleh DPT dapat diperhitungkan dalam menentukan dimensi pondasi sumuran dan penulangannya.
4. Pondasi sumuran dapat divariasikan dengan dimensi yang lebih kecil dan dimodelkan dengan jumlah tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional (2017): Persyaratan perancangan geoteknik SNI 8460:2017, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional (2019): Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan SNI 2847:2019, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Balachandran, K. dan Cao, L. (2019): Statistical correlations between effective angle of internal friction (ϕ') and spt- n value for cohesive glacial tills, *Geo St John's 2019 Conference*, Canada.
- Chen, S.L., Hsu, K.J., Tang, C.W., Zhang, X.L. dan Lai, C.H. (2022): Numerical analysis of the crown displacements caused by tunnel excavation with rock bolts, *Symmetry* 14 (8), 7
- Coduto, D.P. (2001): *Foundation design principles and practices*, New Jersey: Prentice Hall, 751, 768, 769, 789, 794, 795, 799.
- Darwis (2018): *Dasar-dasar mekanika tanah*, Yogyakarta: Pena indis, 40-42, 51-335, 345-348.

Das, B.M. (2010): *Principles of Foundation Engineering 7th Edition*, Stamford: Cengage Learning, 55, 324-327, 385.

Direktorat Jendral Bina Marga (2019): Kumpulan korelasi parameter geoteknik dan fondasi, Jakarta.

Hardiyatmo, H.C. (2011): *Analisis dan perancangan fondasi bagian I edisi ke-2*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 72, 440-445, 447-448, 451-456, 459-461, 485-491.

Look, B. (2007): *Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables*, London: Taylor & Francis Group.

Santoso, D.H., Suharwanto, dan Prasetyo, T. (2021): Analisis kestabilan lereng dan pengelolaan lereng akibat penambangan andesit di sebagian Kecamatan Bagelan Purworejo, *Jurnal Geografi*, 18(1), 47.

Syafruddin (2004): Desain dinding penahan tanah (retaining walls) di tanah rawa pada proyek jalan, *Info Teknik*, 5(2), 103.