



Perencanaan Abutment dan Sistem Perkuatan Oprit Jembatan Damas, Trenggalek, Jawa Timur

Dosen Pembimbing :

Ir. Suwarno, M.Eng

Prof. Ir. Indrasurya B.M., M.Sc., Ph.D.

Oleh:

Muhammad Zendy Drivama Surya

31 10 100 114



PENDAHULUAN



Lokasi :



Lokasi Proyek Pantai Damas



Latar belakang :

Jembatan Damas di daerah Prigi, Trenggalek mempunyai peranan yang penting karena menghubungkan jalan pada Jalur Lintas Selatan (JLS) yang terputus oleh aliran sungai. Jembatan ini juga memiliki oprit jembatan yang tinggi, yaitu 7 m



Rumusan masalah :

1. Bagaimana perencanaan abutment yang dibutuhkan untuk oprit jembatan ?
2. Tipe dinding penahan tanah apakah yang sesuai untuk perkuatan oprit jembatan ?



Tujuan :

1. Merencanakan abutment jembatan yang memenuhi syarat stabilitas.
2. Merencanakan alternatif tipe dinding penahan tanah yang ekonomis dan agar tidak terjadi kelongsoran.

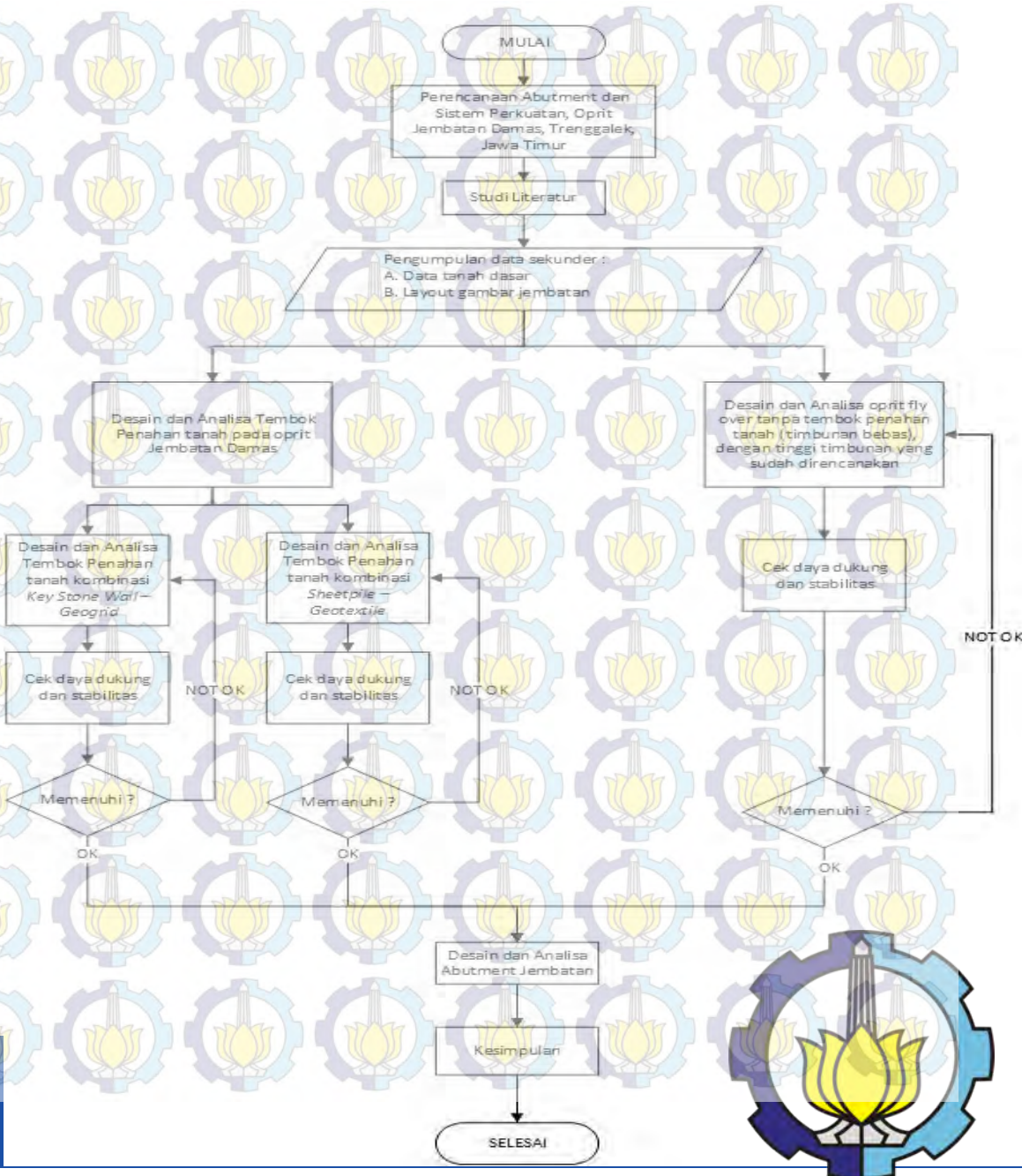


Batasan masalah :

1. Tidak membandingkan antara jembatan yang sudah ada dengan jembatan yang akan direncanakan
2. Tidak membahas metode pelaksanaan di lapangan.
3. Tidak memperhitungkan kondisi beban pada waktu pelaksanaan.
3. Hanya Membandingkan antara timbunan lereng dengan dua tipe dinding penahan tanah (kombinasi *sheet pile* dan *geotextile*, kombinasi *key stone* dan *geogrid*).



Metodologi :

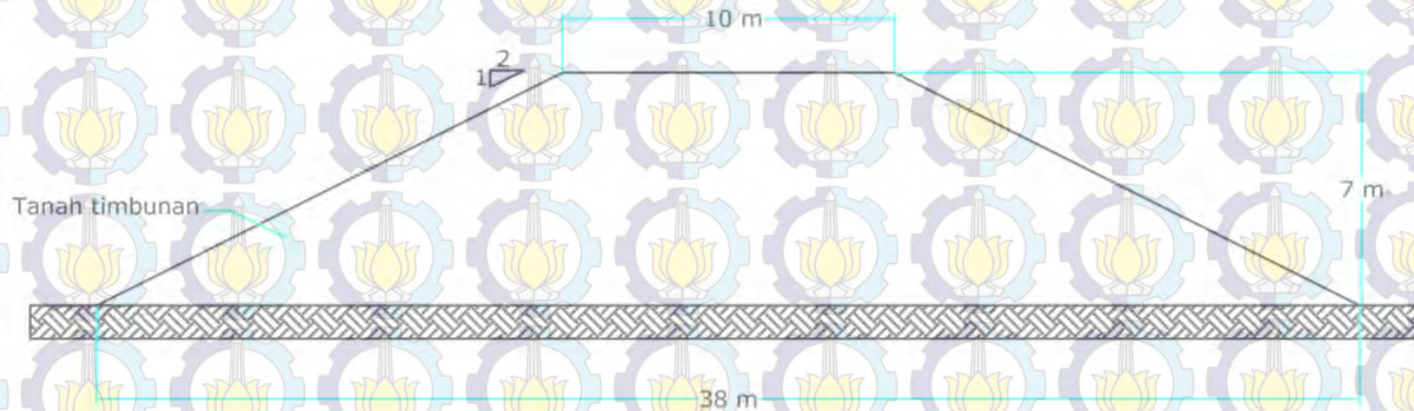


Data tanah dasar :

Jenis Tanah	Depth	N SPT	γ_{sat}	e_0	Gs	IP	cc	cv	cu	Wc
	m		t/m ³			%		cm ² .det	kg/cm ²	%
Pasir berlanau	0-3	5	1.73	0.90	2.66	13.68	0.15	0.00024	0.055	23.62
Pasir berlanau	3-4	3	1.79	0.79	2.68	19.12	0.14	0.00084	0.06	19.72
Pasir berlanau	4-6	11	1.79	0.79	2.68	19.12	0.14	0.00084	0.06	19.72
Pasir berlanau	6-8	4	1.79	0.79	2.68	19.12	0.14	0.00084	0.06	19.72
Pasir berlanau	8-10	7	1.79	0.79	2.68	19.12	0.14	0.00084	0.06	19.72
Pasir berlanau	10-12	8	1.98	0.68	2.65	19.12	0.09	0.00074	0.075	25.13
Pasir berlanau	12-14	18	1.56	1.25	2.63	29.73	0.31	0.00095	0.08	33.35
Pasir berlanau	14-16	21	1.56	1.25	2.63	29.73	0.31	0.00095	0.08	33.35
Pasir berlanau	16-18	33	1.56	1.25	2.63	29.73	0.31	0.00095	0.08	33.35
Pasir berlanau	18-20	46	1.56	1.25	2.63	29.73	0.31	0.00095	0.08	33.35



Data tanah timbunan :



γ_t : 1,84 t/m³

ϕ : 36,05°

C_u : 0

Timbunan oprit direncanakan memiliki tinggi rencana 7 m. lebar timbunan oprit direncanakan 10 m. Timbunan akan dibagi menjadi 6 segmen yaitu timbunan setinggi 7 m, 6 m, 5 m, 4 m, 3 m, dan 2 m. dengan panjang setiap segmen sebesar 43 m.



ALTERNATIF PERTAMA :

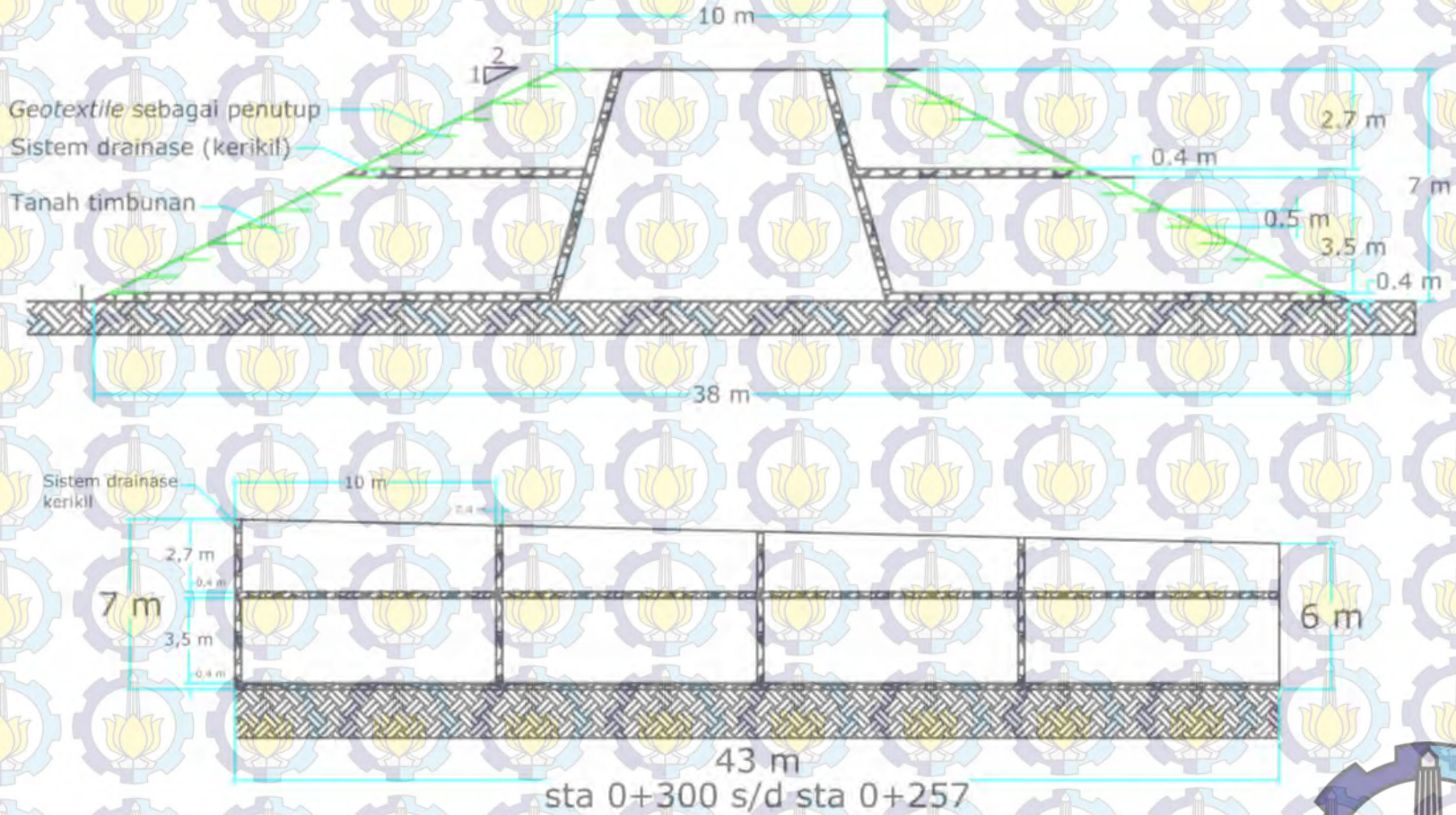
Timbunan bebas tanpa perkuatan



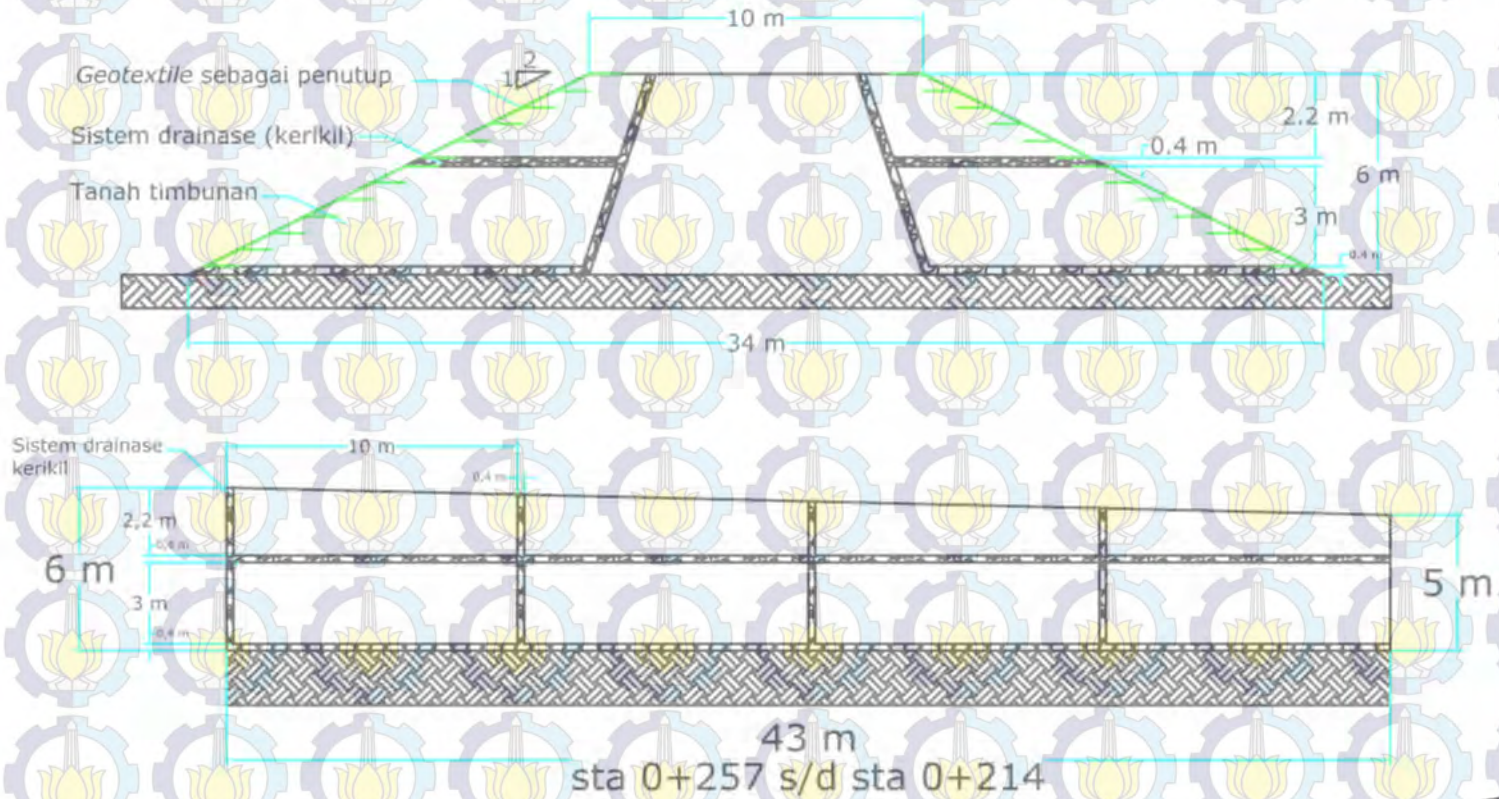
Perhitungan SF:



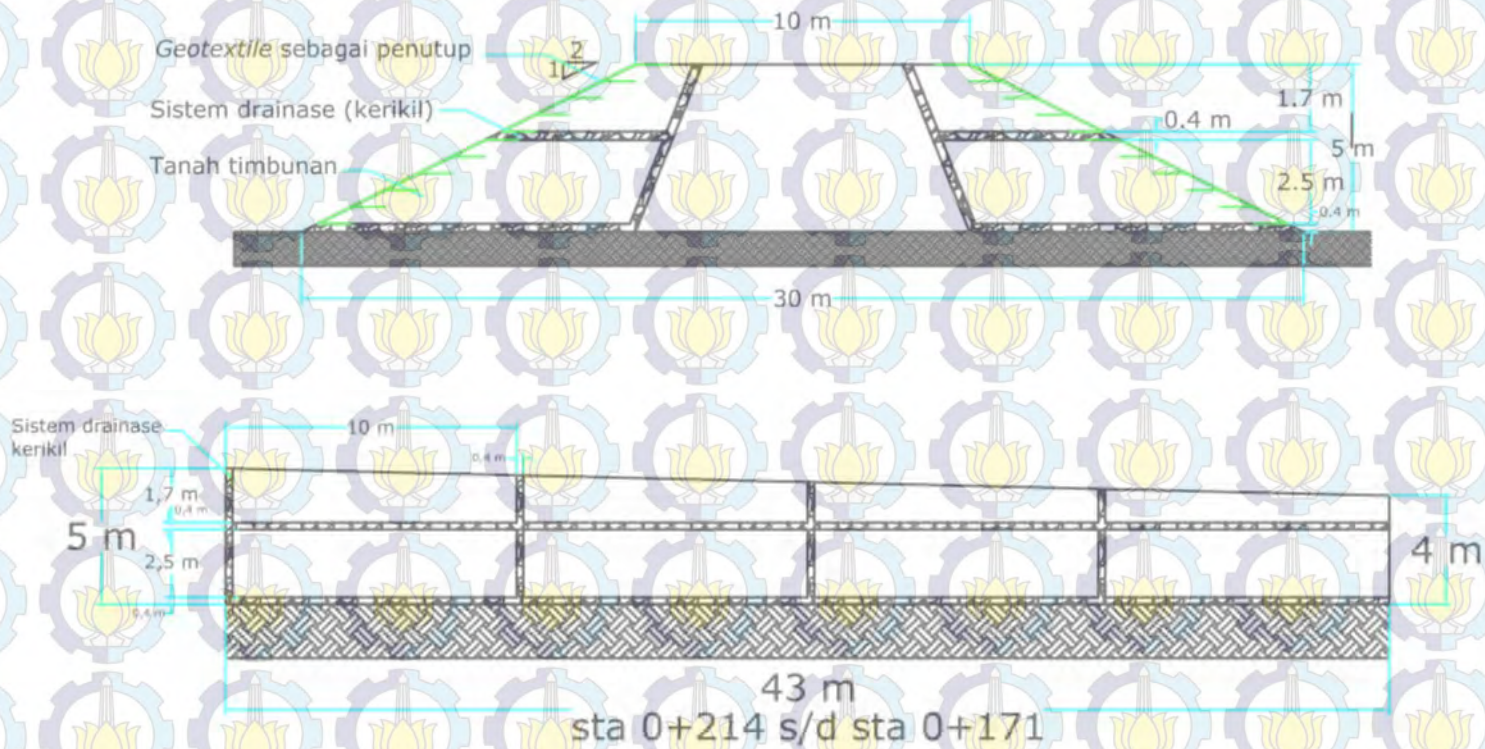
Gambar rencana :



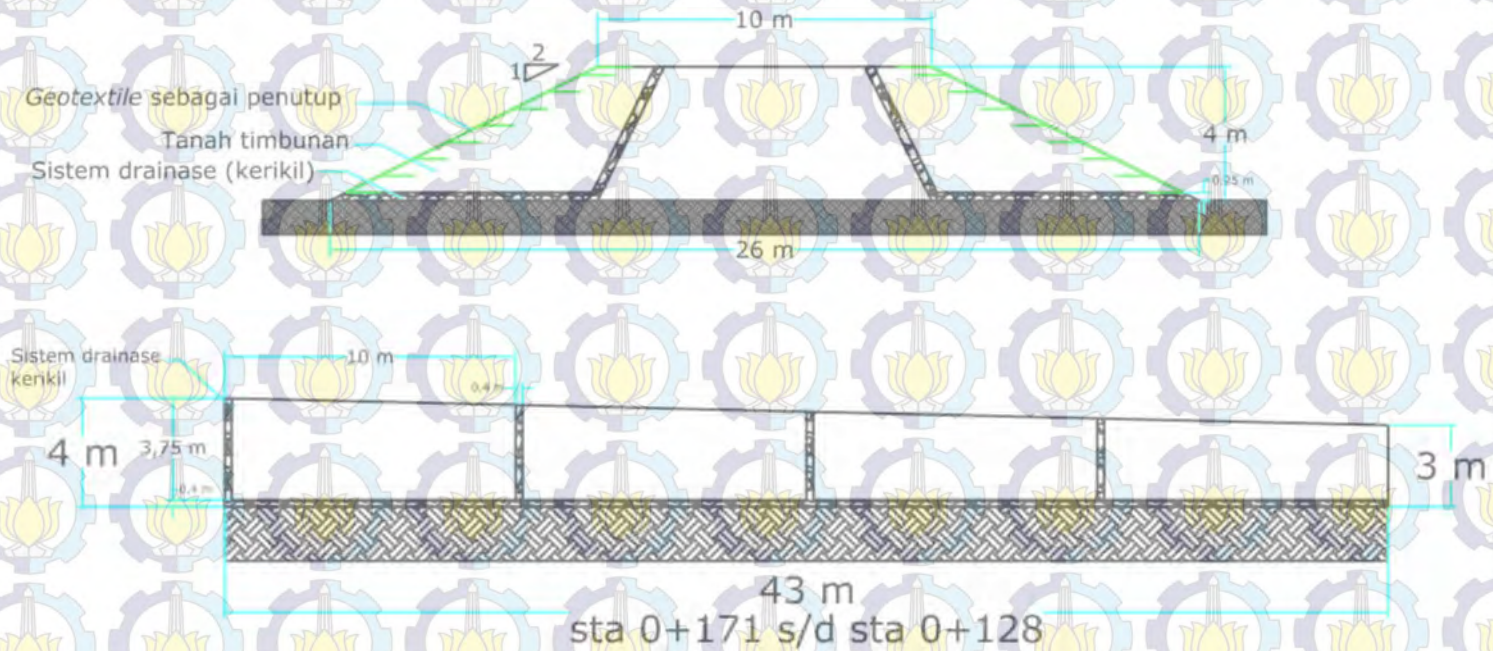
Gambar rencana :



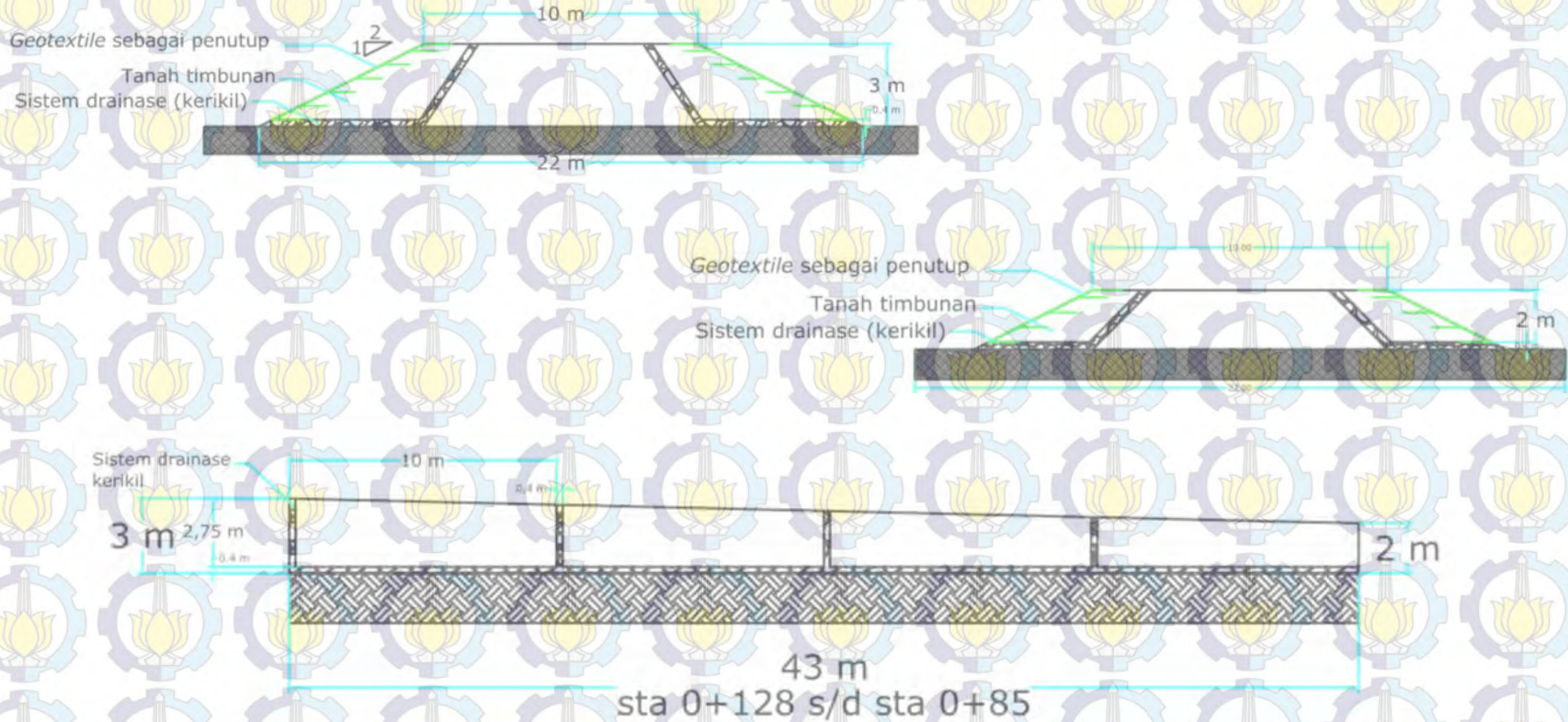
Gambar rencana :



Gambar rencana :



Gambar rencana :





ALTERNATIF KEDUA:

Dinding penahan tanah kombinasi
sheet pile - geotextile



Perencanaan *Geotextile wall* :

Digunakan *polypropylene woven geotextiles* dan tipe UW-250 dengan memiliki kekuatan tarik sebesar 52 kN.

1. Perhitungan Tallow
2. Perhitungan jarak pemasangan *geotextile* (S_v)
3. Perhitungan panjang *geotextile*
4. Perhitungan lipatan *geotextile*
5. Perhitungan kontrol stabilitas
 - Geser
 - Daya dukung
 - Guling
 - Overall *stability*



Perhitungan jarak pemasangan geotextile (Sv) :

No	z	σ_{hs}	σ_{hq}	σ_h total	Jumlah lembar	Sv	Sv pakai
	(m)	(t/m ²)	(t/m ²)	(t/m ²)		(m)	(m)
1	7	3.34	0.39	3.73	2	0.40	0.25
2	6	2.86	0.39	3.25	2	0.46	0.25
3	5	2.38	0.39	2.77	1	0.27	0.25
4	4	1.91	0.39	2.30	1	0.32	0.25
5	3	1.43	0.39	1.82	1	0.41	0.25
6	2	0.95	0.39	1.34	1	0.56	0.5
7	1	0.48	0.39	0.87	1	0.86	0.5



Perhitungan panjang geotextile (L):

Sv (m)	z (m)	σ_{Htot} (t/m ²)	Lr (m)	Le (m)	Lo (m)	L (m)	L pakai (m)	L total (m)
0.25	7	3.73	0.0	1.00	1.00	1.0	5	6.25
0.25	6.75	3.61	0.1	1.00	1.00	1.1	5	6.25
0.25	6.5	3.49	0.3	1.00	1.00	1.3	5	6.25
0.25	6.25	3.37	0.4	1.00	1.00	1.4	5	6.25
0.25	6	3.25	0.5	1.00	1.00	1.5	5	6.25
0.25	5.75	3.13	0.6	1.00	1.00	1.6	5	6.25
0.25	5.5	3.01	0.8	1.00	1.00	1.8	5	6.25
0.25	5.25	2.89	0.9	1.00	1.00	1.9	5	6.25
0.25	5	2.77	1.0	1.00	1.00	2.0	5	6.25
0.25	4.75	2.65	1.1	1.00	1.00	2.1	5	6.25
0.25	4.5	2.53	1.3	1.00	1.00	2.3	5	6.25
0.25	4.25	2.42	1.4	1.00	1.00	2.4	5	6.25
0.25	4	2.30	1.5	1.00	1.00	2.5	5	6.25
0.25	3.75	2.18	1.7	1.00	1.00	2.7	5	6.25
0.25	3.5	2.06	1.8	1.00	1.00	2.8	5	6.25
0.25	3.25	1.94	1.9	1.00	1.00	2.9	5	6.25
0.25	3	1.82	2.0	1.00	1.00	3.0	5	6.25
0.25	2.75	1.70	2.2	1.00	1.00	3.2	5	6.25
0.25	2.5	1.58	2.3	1.00	1.00	3.3	5	6.25
0.25	2.25	1.46	2.4	1.00	1.00	3.4	5	6.25
0.5	2	1.34	2.5	1.00	1.00	3.5	5	6.50
0.5	1.5	1.10	2.8	1.00	1.00	3.8	5	6.50
0.5	1	0.87	3.1	1.00	1.00	4.1	5	6.50
0.5	0.5	0.63	3.3	1.00	1.00	4.3	5	6.50



Perhitungan kontrol stabilitas geotextile :

Perhitungan kontrol geser :

tinggi oprit (m)	Gaya penahan (t)	Gaya dorong (t)	SF	Ket.
7	33.2466	11.02076	3.02	OK!
6	23.9156	7.251096	3.30	OK!
5	17.6606	5.13148	3.44	OK!
4	12.3512	3.397249	3.64	OK!
3	7.9874	2.048403	3.90	OK!
2	4.5692	1.084942	4.21	OK!

Perhitungan kontrol daya dukung :

No	Tinggi oprit	q ult (t/m ²)	V/A (t/m ²)	M/W (t/m ²)	q act (t/m ²)	SF
1	7 m	127.28	14.38	1.567749	15.95	7.981063
2	6 m	127.28	12.54	0.888982	13.43	9.478008
3	5 m	127.28	10.70	0.528857	11.23	11.33508
4	4 m	127.28	8.86	0.284347	9.14	13.91898
5	3 m	127.28	7.02	0.132329	7.15	17.7956
6	2 m	127.28	5.18	0.049681	5.23	24.338

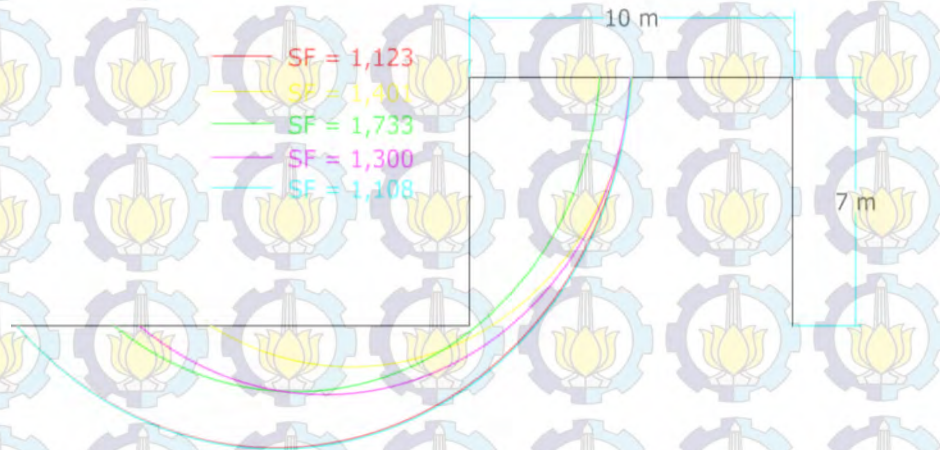


Perhitungan kontrol stabilitas geotextile :

Perhitungan kontrol guling :

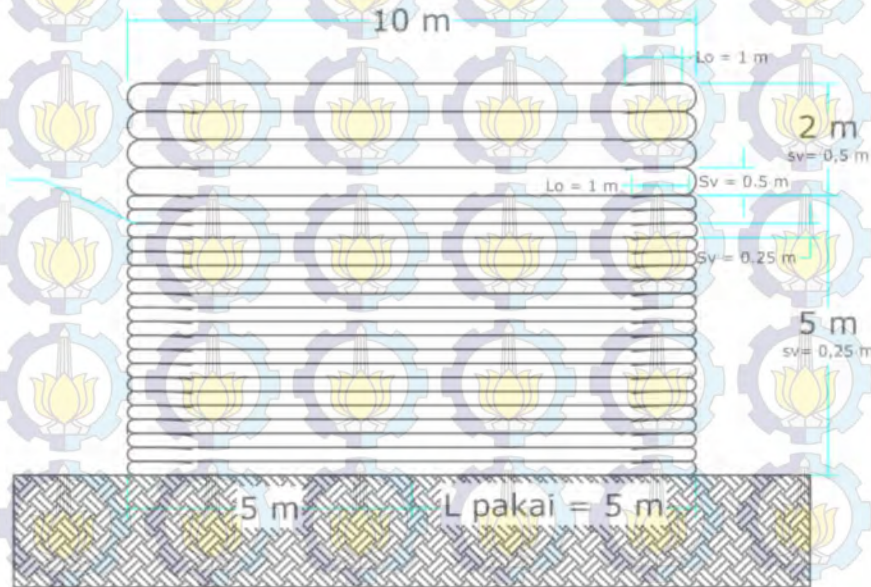
finggi oprit (m)	M dorong (t.m)	M penahan (t.m)	SF	Ket.
7	26.1292	161	6.16	OK!
6	14.8164	88.32	5.96	OK!
5	8.8143	56.35	6.39	OK!
4	4.7391	33.12	6.99	OK!
3	2.2055	17.25	7.82	OK!
2	0.8280	7.36	8.89	OK!

Hasil perhitungan SF untuk overall stability :



Gambar rencana :

Geotextile UW-250
kuat tarik = 52 kN



Sketsa pemasangan geotextile wall.



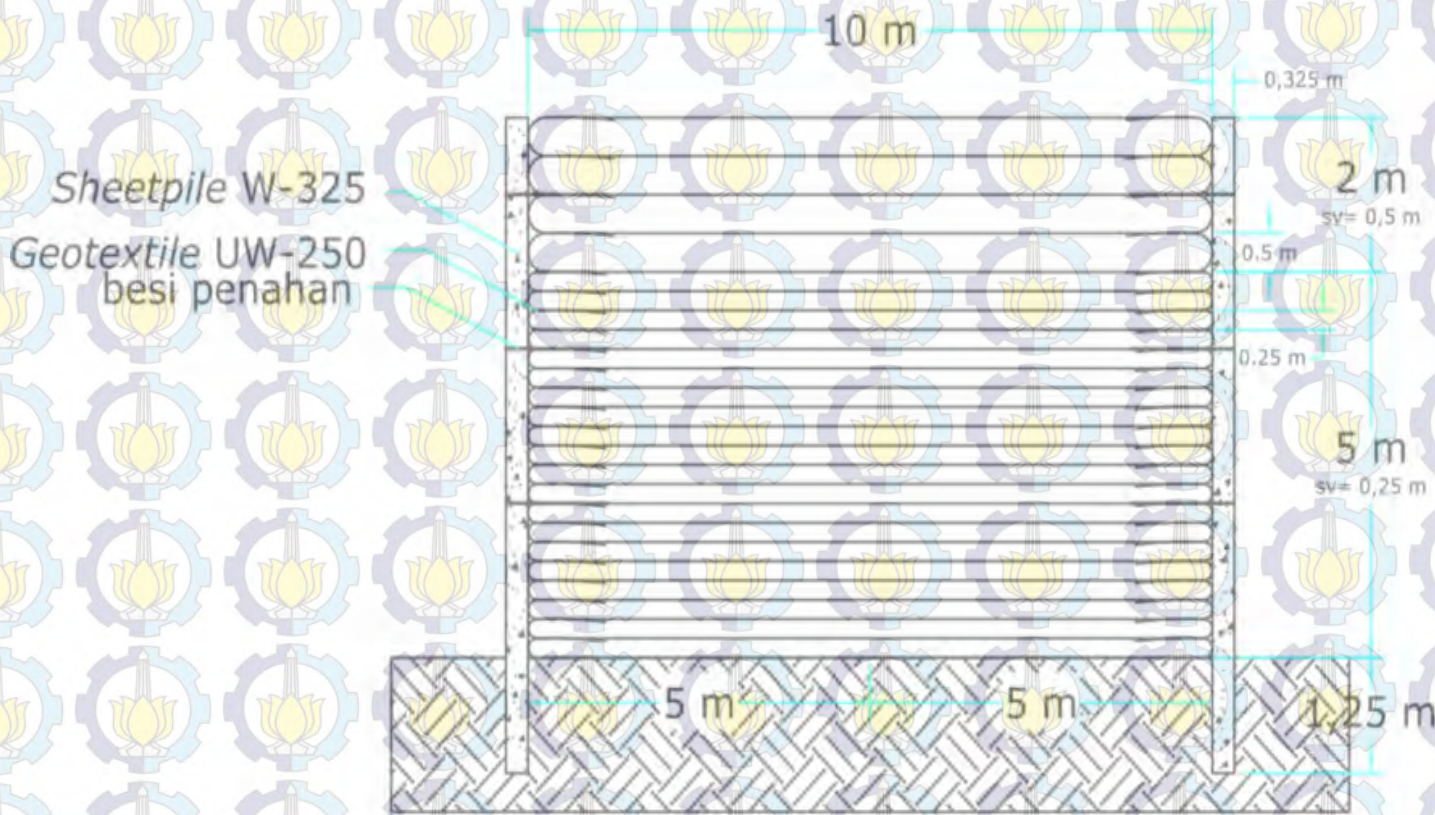
Perencanaan *Sheet pile* :

1. *Sheet pile* bukan merupakan perkuatan struktural
2. Digunakan *sheet pile* beton dari PT WASKITA KARYA KARYA
Tipe W-325 A 1000
3. Perhitungan kontrol stabilitas daya dukung

$$SF = \frac{q_{\text{ultimate}}}{q_{\text{terjadi}}} = \frac{42,55}{20,4} = 2,085 \text{ (OK!)}$$



Gambar rencana :



Sketsa perencanaan dinding penahan tanah alternatif kedua



Gambar rencana :

Sheet pile

8,25 m

7,25 m

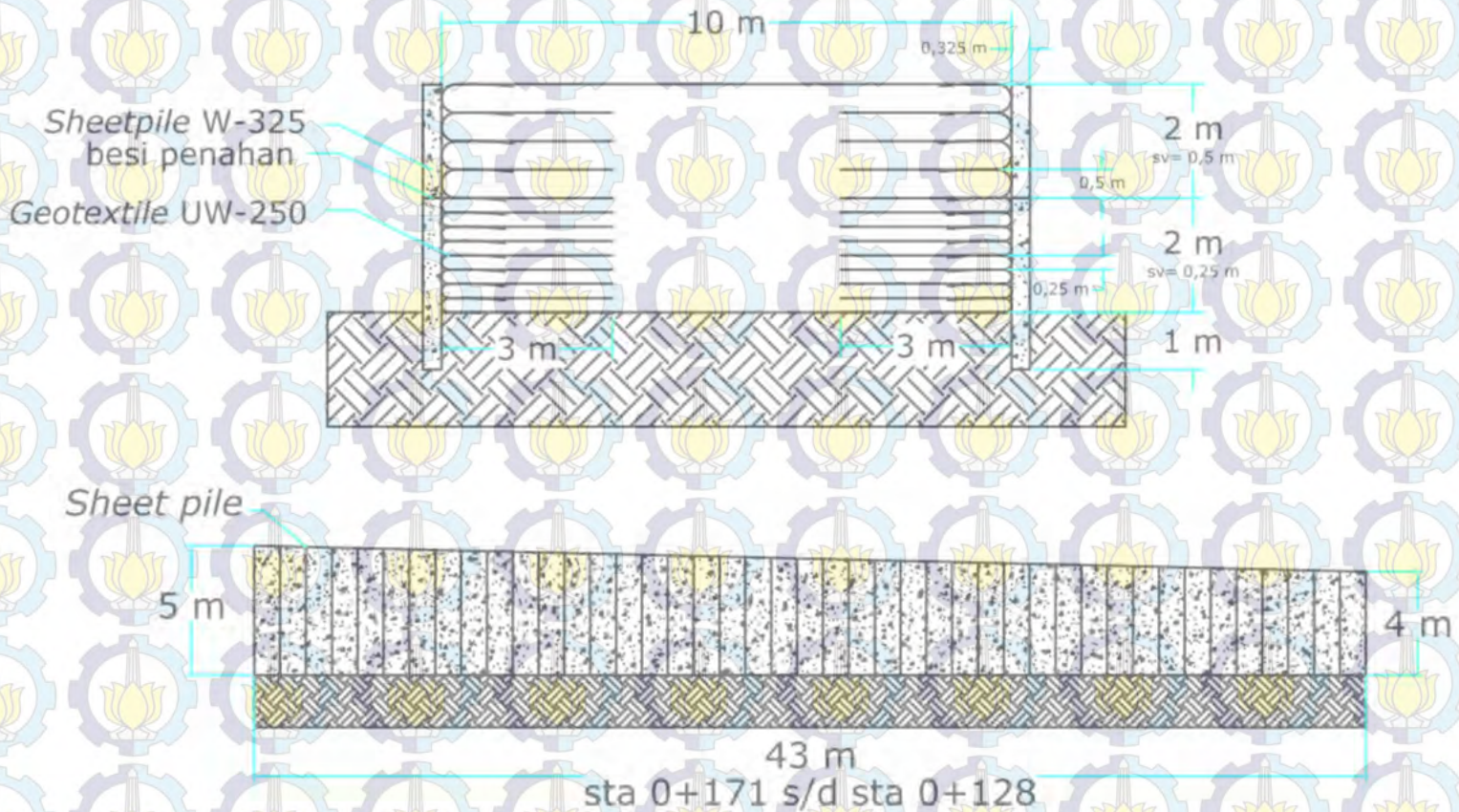
43 m

sta 0+300 s/d sta 0+257

Sketsa perencanaan dinding penahan tanah alternatif kedua



Gambar rencana :



Sketsa perencanaan dinding penahan tanah alternatif kedua





ALTERNATIF KETIGA :
Dinding penahan tanah kombinasi
keystone-geogrid



Perencanaan *Geogrid* :

Digunakan *Geogrid* *TENAX* dan memiliki kekuatan tarik sebesar 200 kN/m^2 .

1. Perhitungan Tallow
2. Perhitungan jarak pemasangan *geogrid* (*Sv*)
3. Perhitungan panjang *geogrid*
4. Perhitungan kontrol stabilitas
 - Geser
 - Daya dukung
 - Guling
 - *Overall stability*



Perhitungan jarak pemasangan dan panjang geogrid :

Perhitungan sv untuk ketinggian oprit 7 m :

No	z (m)	σH_s (t/m ²)	σH_q (t/m ²)	σH_{total} (t/m ²)	Sv (m)	Sv pakai (m)
1	7	3.34	0.39	3.73	0.77	0.6
2	6	2.86	0.39	3.25	0.88	0.6
3	5	2.38	0.39	2.77	1.04	0.6
4	4	1.91	0.39	2.30	1.25	1
5	3	1.43	0.39	1.82	1.58	1
6	2	0.95	0.39	1.34	2.14	1
7	1	0.48	0.39	0.87	3.32	1

Perhitungan L untuk ketinggian oprit 7 m :

Sv (m)	z (m)	σH_{tot} (t/m ²)	Lr (m)	Le (m)	L (m)	L pakai (m)
0.6	7	3.73	0.0	1.00	1.0	5
0.6	6.4	3.44	0.3	1.00	1.4	5
0.6	5.8	3.15	0.6	1.00	1.7	5
0.6	5.2	2.87	0.9	1.00	2.0	5
0.6	4.6	2.58	1.2	1.00	2.3	5
1	4	2.30	1.5	1.00	2.6	5
1	3	1.82	2.0	1.00	3.1	5
1	2	1.34	2.5	1.00	3.6	5
1	1	0.87	3.1	1.00	4.1	5



Perhitungan kontrol stabilitas geogrid :

Perhitungan kontrol geser :

Tinggi oprit (m)	Gaya penahan (t.m)	Gaya dorong (t.m)	SF	Ket.
7	33.2466	11.02076	3.02	OK!
6	23.9156	7.251096	3.30	OK!
5	17.6606	5.13148	3.44	OK!
4	12.3512	3.397249	3.64	OK!
3	7.9874	2.048403	3.90	OK!
2	3.5149	1.084942	3.24	OK!

Perhitungan kontrol daya dukung :

No	Tinggi Oprit	q ult (t/m ²)	V/A (t/m ²)	M/W (t/m ²)	q act (t/m ²)	SF
1	7 m	127.28	14.38	1.567749	15.95	7.981063
2	6 m	127.28	12.54	0.888982	13.43	9.478008
3	5 m	127.28	10.70	0.528857	11.23	11.33508
4	4 m	127.28	8.86	0.284347	9.14	13.91898
5	3 m	127.28	7.02	0.132329	7.15	17.7956
6	2 m	127.28	5.18	0.049681	5.23	24.338

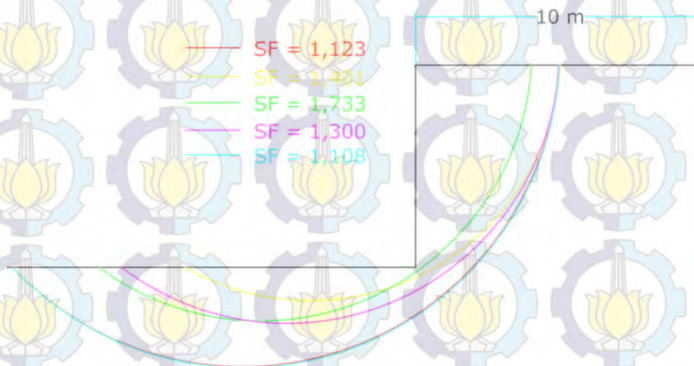


Perhitungan kontrol stabilitas geogrid :

Perhitungan kontrol guling

Tinggi oprit (m)	M dorong (t.m)	M penahan (t.m)	SF	Ket.
7	26.1292	161	6.16	OK!
6	14.8164	88.32	5.96	OK!
5	8.8143	56.35	6.39	OK!
4	4.7391	33.12	6.99	OK!
3	2.2055	17.25	7.82	OK!
2	0.8280	7.36	8.89	OK!

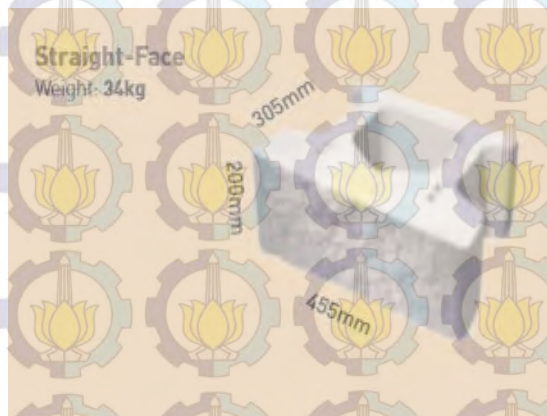
Hasil perhitungan SF untuk overall stability :



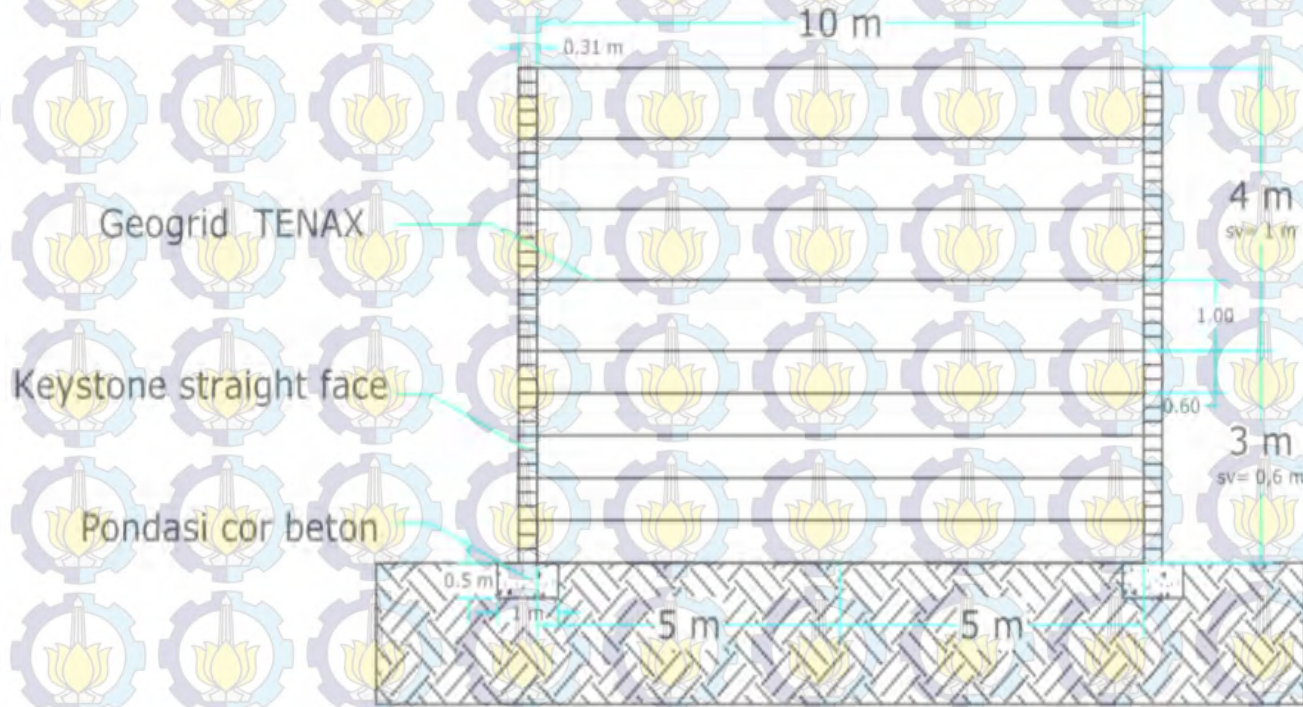
Perencanaan *Keystone wall* :

1. *Keystone* yang digunakan adalah *Keystone Compac IV (Straight – Face)*
2. *Keystone wall* bukan merupakan perkuatan struktural
3. Perhitungan kontrol stabilitas daya dukung, dengan menggunakan pondasi dangkal $b = 1 \text{ m}$, $d = 0,5 \text{ m}$

$$SF = \frac{q_{\text{ultimate}}}{Q_{\text{keystone}}} = \frac{51,729}{2,615} = 19,78 \text{ (OK!)}$$



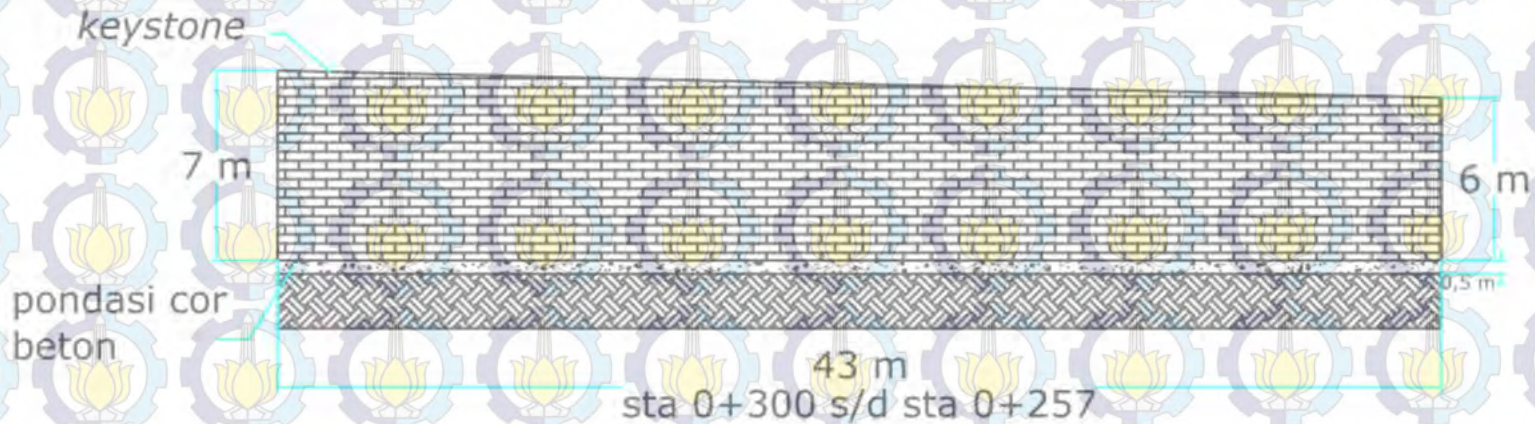
Gambar rencana :



Sketsa perencanaan dinding penahan tanah alternatif ketiga.



Gambar rencana :



Sketsa perencanaan dinding penahan tanah alternatif ketiga.



Perhitungan biaya :

No	Pekerjaan	Total biaya Rp
1	Timbunan bebas	4,039,154,900.00
2	Geotextile - Sheetpile	4,305,909,735.23
3	Geogrid - Keystone	3,822,999,619.65



PERENCANAAN ABUTMENT

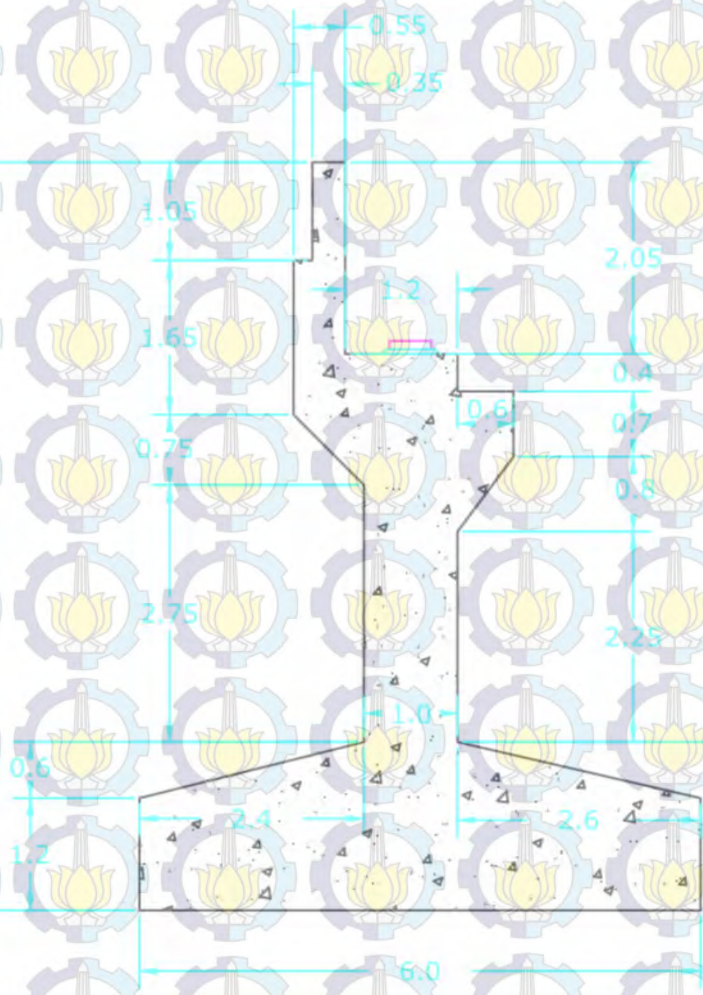


Perencanaan Abutment:

1. *Preliminary Design*
2. Kontrol Dimensi Abutment
3. Pembebanan Abutment
4. Perencanaan Tiang Pancang
5. Hasil Perencanaan Abutment



Preliminary design :



Abutment



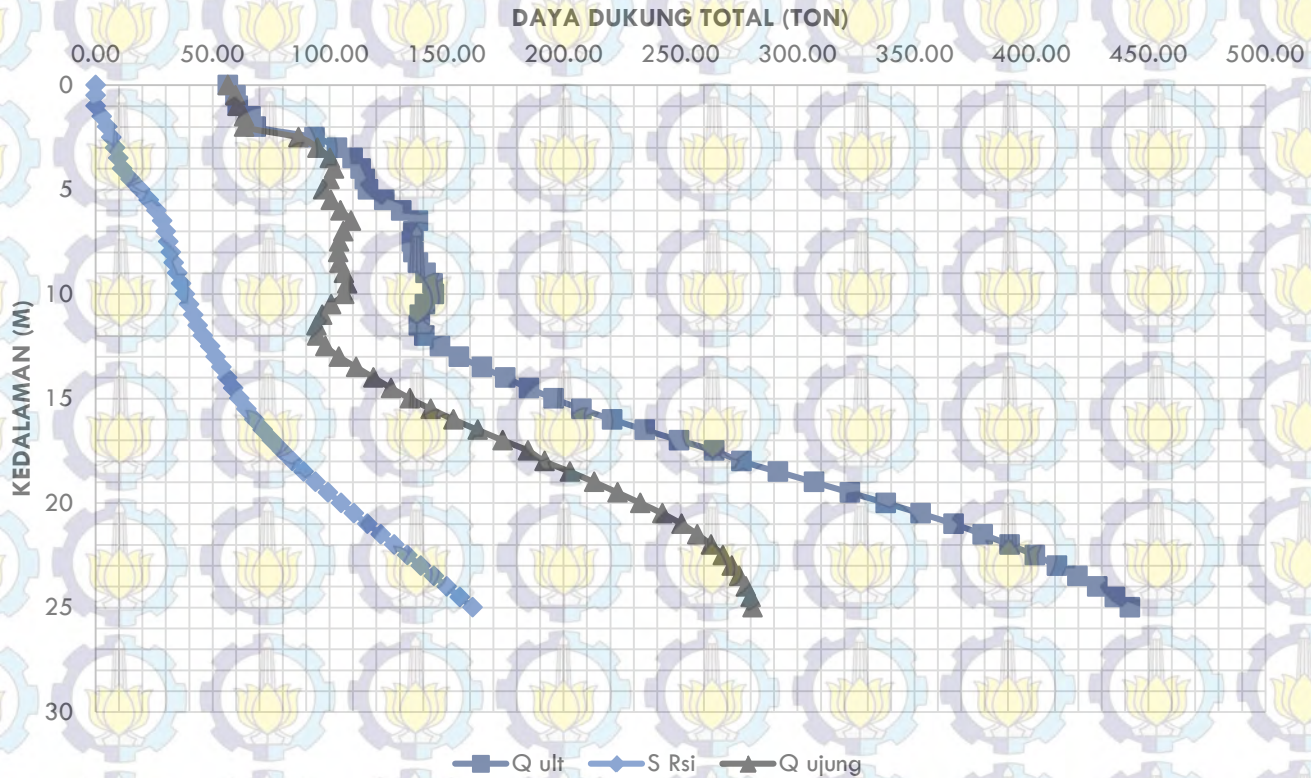
Pembebanan abutment :

Aksi	Kombinasi No.						
	1	2	3	4	5	6	7
Aksi tetap	X	X	X	X	X	X	X
Beban lalu lintas	X	X	X	X	-	-	X
Pengaruh temperatur	-	X	-	X	-	-	-
Arus/hanyutan/hidro/daya apung	X	X	X	X	X	-	-
Beban angin	-	-	X	X	-	-	-
Pengaruh gempa	-	-	-	-	X	-	-
Beban tumbukan	-	-	-	-	-	-	X
Beban pelaksanaan	-	-	-	-	-	X	-
Tegangan berlebihan yang diperbolehkan r_{os}	nil	25%	25%	40%	50%	30%	50%

No	Kombinasi Beban	Tegangan	P	Tx	Ty	Mx	My
		berlebihan	t	t	t	tm	tm
1	Kombinasi-1	0%	1147.6	180.2494	0	159.471	0
2	kombinasi-2	25%	1147.6	187.1164	0	118.611	0
3	Kombinasi-3	25%	1149.1	180.2494	11.47	159.628	89.92
4	Kombinasi-4	40%	1149.1	187.1164	11.47	118.768	89.92
5	Kombinasi-5	50%	1006.6	484.97	266.37	1754.24	1269.36

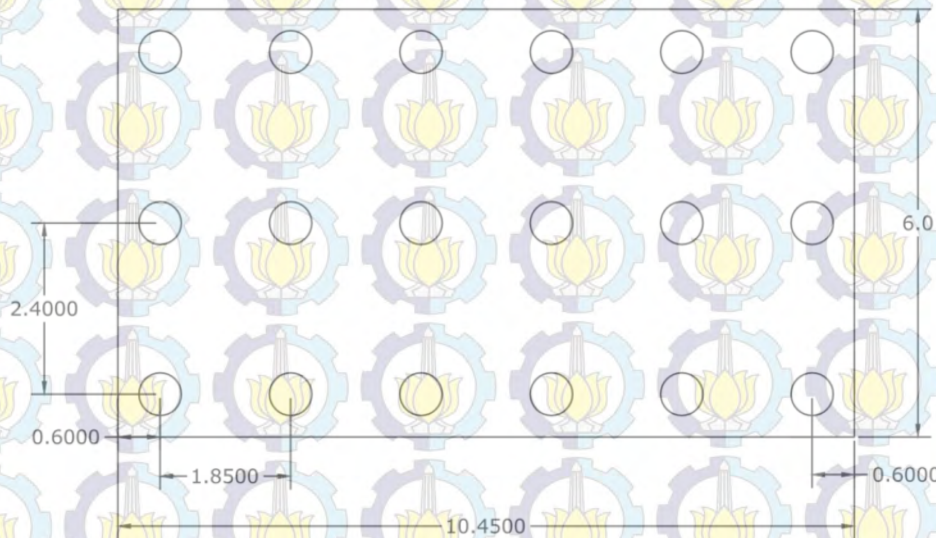


Daya dukung pondasi :



Perencanaan tiang pancang:

Direncanakan menggunakan tiang pancang PC spun pile (Waskita) diameter 60 cm dengan kedalaman 20 m sebanyak 18 buah.



Konfigurasi tiang pancang abutment



Kontrol kuat tekan tiang pancang :

Kontrol kuat tekan 1 tiang di abutment sb.X :

Komb.	P (t)	Mx (tm)	P/n (t)	$M_x * X_{max} / S_n X_i^2$ (t)	Pmax (t)	Pmin (t)	% Pijin	Pijin (kg)	Pbeban (kg)	Pijin x % (kg)	Keterangan
1	1147.57	159.471	63.754	5.111	68.865	58.643	100.00%	85.99	68.87	85.99	OK !!
2	1147.57	118.611	63.754	3.802	67.556	59.952	125.00%	85.99	67.56	107.49	OK !!
3	1149.145	159.628	63.841	5.116	68.958	58.725	125.00%	85.99	68.96	107.49	OK !!
4	1149.145	118.768	63.841	3.807	67.648	60.035	140.00%	85.99	67.65	120.39	OK !!
5	1006.56	1754.243	55.920	56.226	112.146	-0.306	150.00%	85.99	112.15	128.99	OK !!

Kontrol kuat tekan 1 tiang di abutment sb.Y :

Komb.	P (t)	My (tm)	P/n (t)	$M_y * Y_{max} / S_n Y_i^2$ (t)	Pmax (t)	Pmin (t)	% Pijin	Pijin (kg)	Pbeban (kg)	Pijin x % (kg)	Keterangan
1	1147.57	0	63.754	0.000	63.754	63.754	100.00%	85.99	63.75	85.99	OK !!
2	1147.57	0	63.754	0.000	63.754	63.754	125.00%	85.99	63.75	107.49	OK !!
3	1149.145	89.92	63.841	2.315	66.156	61.527	125.00%	85.99	66.16	107.49	OK !!
4	1149.145	89.92	63.841	2.315	66.156	61.527	140.00%	85.99	66.16	120.39	OK !!
5	1006.56	1269.36	55.920	32.673	88.593	23.247	150.00%	85.99	88.59	128.99	OK !!



Kontrol gaya aksial dan lateral tiang pancang :

Kontrol terhadap gaya aksial :

Allowable axial = 229.5 ton

$$P_{\text{beban max}} < P_{\text{allow}}$$
$$112.146 \text{ ton} < 229.5 \text{ ton} \quad (\text{OK})$$

Q cabut = 35 ton

$P_{\text{min}} < Q_{\text{cabut}}$

$$0,306 \text{ ton} < 35 \text{ ton} \quad (\text{OK})$$

Kontrol defleksi dan pengaruh gaya lateral :

$$\delta_p = F_{\delta} \left[\frac{P \times T^3}{E \times I} \right]$$
$$= 0,3 \left[\frac{24942.8 \times 187.89^3}{364060 \times 329276,35} \right]$$
$$= 1.241 \text{ cm} < 2 \text{ cm OK!!}$$



Kontrol momen crack tiang pancang :

No	% Mijin	Mcrack (kgm)	P Kg	Mp (kgm)	Keterangan
1	100.00%	29.0	10.01386	16.93414	OK!!
2	125.00%	36.3	10.39536	17.57928	OK!!
3	125.00%	36.3	10.01386	16.93414	OK!!
4	140.00%	40.6	10.39536	17.57928	OK!!
5	150.00%	43.5	24.94273	41.17994	OK!!



KESIMPULAN



Kesimpulan

1. Alternatif dengan biaya termurah adalah alternatif ketiga yaitu kombinasi *Geogrid- Keystone*.

No	Pekerjaan	Total biaya
		Rp
1	Timbunan bebas	4,039,154,900.00
2	Geotextile - Sheetpile	4,305,909,735.23
3	Geogrid - Keystone	3,822,999,619.65

2. Abutment direncanakan setinggi 8 meter dan ditopang oleh pilecap berukuran 6 meter x 11 meter dan ditopang oleh 18 buah pondasi tiang pancang, dimana pondasi tiang pancang yang digunakan berdiameter 60 cm sedalam 20 m.



TERIMA KASIH

