STUDI KOMPARASI PENGGUNAAN RETAINING WALL BETON TYPE CANTILEVER WALL DAN DENGAN PERKUATAN GEOTEXTILE

(*Studi Kasus Pada Proyek Jalan Tol Mojokerto – Kertosono Sta.2+025*)

ADI WAHYU CAHYANTO [(1)] ,

Arief Aliehudien,ST.,MT [(2)] , Irawati,ST.,MT.[(3)]

(1) Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember
(2) Staff Pengajar Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember
(3) Staff Pengajar Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember

Jl. Karimata 49 Jember - JATIM
Tel : Fax : (0331) 336728 – 337397
Email : adiwahyu_seallovers@yahoo.com

Abstrak –

Pengaplikasian geotekstil dalam pembangunan dinding penahan tanah merupakan salah satu pengembangan teknologi. Dinding penahan tanah adalah suatu bangunan yang dibangun untuk mencegah keruntuhan tanah yang curam atau lereng yang di bangun di tempat dimana kemantapannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri. Sedangkan *geotextile* sendiri ialah suatu bahan geosintesis berupa lembaran serat sintesis tenunan dengan tambahan bahan anti ultra violet. Penambahan lapis geotekstil pada lapisan tanah sirtu sering dipergunakan untuk mengatasi permasalahan pada struktur penahan tanah. Sebagai bahan studi diambil jalan tol yang menghubungkan antara Mojokerto dengan Kertosono.

Adapun tujuannya yaitu mengetahui desain *retaining wall* dan *geotextile* yang memenuhi syarat stabilitas serta bagaimana efisiensi keduanya. Penulis menghitung existing yang ada kemudian merencanakan untuk meredesain dengan alternatif lain yang memenuhi syarat stabilitas. Penulis meredesain dengan *trial and error* dari *retaining wall* kemudian digunakan salah satu desain. Hasil perhitungan desain tidak memenuhi stabilitas maka penulis meredesain ulang dengan melakukan pemancangan. Setelah dinyatakan aman penulis membandingkan dengan meredesain alternatif lain menggunakan perkuatan *geotextile.* Kemudian meninjau efisiensi dalam segi RAB, usia guna proyek, serta pelaksanaan.

Hasil perhitungan desain *retaining wall (a)* dan *retaining wall (b)* untuk faktor keamanan terhadap guling saja aman. Diambil desain *retaining wall (a)* dan untuk mendukung faktor keamanan dilakukan pemancangan. Sedangkan untuk *geotextile* menghitung angka keamanan lereng penulis menggunakan program XSTABL, perhitungan *overall stability geotextile* yaitu 7,396 > 1,25 (syarat angka keamanan terpenuhi). Pemasangan *geotextile* menggunakan 4 lapis agar memenuhi angka keamanan.

Kata kunci: *Retaining Wall* Beton, *Cantilever Wall, Geotextile Woven*

I. PENDAHULUAN

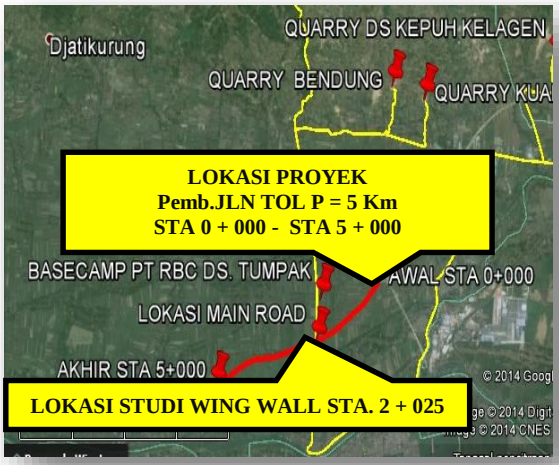
Perkembangan teknologi pun akan terus meningkat seiring berjalannya waktu. Salah satunya peningkatan teknologi di dunia teknik sipil ialah pengaplikasian geotekstil dalam pembangunan dinding penahan tanah. Dinding penahan tanah adalah suatu bangunan yang dibangun untuk mencegah keruntuhan tanah yang curam atau lereng yang di bangun di tempat dimana kemantapannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri.

Konstruksi dinding penahan ditemukan pertama kali oleh seorang insinyur berkebangsaan Prancis, Henry Vidal (1966) yang menggunakan tulangan baja galvanis, tanah pengisi, dan penutup permukaan. Dan pada perkembangannya tulangan baja galvanis ini dapat diganti oleh pemakaian *geotextile*. Geotekstil sendiri merupakan suatu bahan geosintesis berupa lembaran serat sintesis tenunan dengan tambahan bahan anti ultra violet. Penambahan lapis geotekstil pada lapisan tanah sirtu sering dipergunakan untuk mengatasi permasalahan pada struktur penahan tanah. Cara ini mampu memberikan peningkatan kemampuan rnenerima beban yang cukup besar.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui desain *retaining wall* beton tipe kantilever dan desain perkuatan *geotextile* yang memenuhi kontrol stabilitas serta efisiensi diantara keduanya. Sedangkan maksud dari penelitian ini adalah menganalisa *retaining wall* beton *type cantilever wall* dan perkuatan *geotextile*, mengetahui nilai faktor keamanan, efisiensi, serta tugas akhir ini dapat memberikan informasi kepada para pembaca.

II. METODOLOGI

Lokasi proyek jalan tol seksi 3 berada di Mojokerto Jawa Timur sepanjang 5 km. Jalan tol ini



menghubungkan antara Mojokerto - Kertosono.

Gambar. 4.1.1 Peta Lokasi

Tahap analisa merupakan tahap pengolahan data dari hasil pengumpulan data yang dikelompokkan sesuai dengan tinjauan masalah. Analisa data serta langkah – langkah dalam penyusunan skripsi ini adalah :

1. Menentukan lokasi.
2. Pengumpulan data:
   a. Data sekunder yaitu mengumpulkan data tanah, literatur pustaka yang mendukung seperti mengumpulkan dan mengolah data (perhitungan) untuk perencanaan dinding penahan maupun perkuatan *geotextile.*
3. Hipotesa awal:
   a. Struktur *retaining wall* beton type kantilever dapat menggantikan struktur dari wing wall.
   b. Perkuatan *geotextile* secara anggaran lebih efisien dari pada *retaining wall* beton, serta *workability* lebih baik.
4. Perhitungan struktur existing (*wing wall*) untuk mengetahui nilai angka keamanan dengan cek terhadap:
   4.1 Guling *(Overturning),* cek gaya guling yang terjadi, gaya guling harus melebihi angka keamanan yaitu 2 kN.
   4.2 Geser *(Shear/Slidding),* untuk gaya geser nilai angka keamanannya harus lebih dari 1,5 kN.
   4.3 Daya dukung *(Bearing capacity),* angka keamanan daya dukung lebih dari 3 kN baru dapat dikatakan aman.

Setelah mendapatkan angka faktor keamanan dan apabila tidak sesuai maka direncanakan untuk menggantinya dengan *retaining wall* ataupun *geotextile.*

5. Perencanaan *retaining wall* beton tipe kantilever. Cek faktor keamanan terhadap:
   5.1 Guling *(Overturning),* cek gaya guling yang terjadi, gaya guling harus melebihi angka keamanan yaitu 2 kN.
   5.2 Geser *(Shear/Slidding),* untuk gaya geser nilai angka keamanannya harus lebih dari 1,5 kN.
   5.3 Daya dukung *(Bearing capacity),* angka keamanan daya dukung lebih dari 3 kN baru dapat dikatakan aman.

   Setelah cek untuk faktor keamanan dari dinding penahan dan apabila salah satunya tidak memenuhi angka keamanan, maka ditambah tiang pancang dan dihitung untuk mendukung nilai angka keamanannya.
6. Perencanaan tiang pancang melalui beberapa tahapan yaitu:
   6.1 Tiang Pancang

   Perhitungan daya dukung tiang dipergunakan data-data sondir dan boring. Kemudian mencari kemampuan dari tiang pancang. Beban netto yang diperkenankan yaitu kurang dari kekuatan ijin

tiang agar aman.

6.2 Tiang Pancang Kelompok

Perhitungan ini untuk menentukan kekuatan maksimal tiang pancang kelompok. Kemudian menentukan klasifikasi tiang pancang yaitu pendek, menengah ataupun panjang. Tekanan dari jumlah tiang harus lebih besar dari total tekanan lateral.

7. Perencanaan perkuatan *geotextile* ada 3 kondisi yang harus ditinjau:
   7.1 *Internal stability*, cek longsor pada lereng agar aman
   7.2 *Foundation stability*, cek geser massa tanah dasar dibawah timbunan.
   7.3 *Overall stability*, cek keruntuhan terhadap bidang gelincir lingkaran.
8. Dinding penahan tanah dan perkuatan *geotextile* dihitung secara manual dengan menggunakan prinsif-prinsif dasar tentang tanah dan diharapkan menghasilkan keluaran (*out put)* dimensi dinding penahan tanah yang dipakai dalam pelaksanaan di lapangan. Serta perencanaan perkuatan *geotextile* dibantu dengan program XSTABL.
9. Serta terakhir menghitung rencana anggaran biaya dari dinding penahan tanah dan perkuatan *geotextile* untuk mengetahui efisiensi diantara keduanya

III. PEMBAHASAN

Data yang diperlukan untuk studi tugas akhir ini yaitu volumetri-gravimetri, test sondir pada sta.2+025 serta grafiknya, deskripsi tanah dan gambar potongan serta detailnya. Langkah awal menghitung struktur existing yang ada dengan data yang telah diperoleh. Apabila tidak memenuhi angka keamanan penulis meredesain *retaining wall* beton type kantilever sesuai dengan gambar rencana yang memenuhi kontrol stabilitas. Apabila salah satunya tidak memenuhi angka keamanan, maka dilakukan penambahan desain tiang pancang untuk mendukung stabilitas. Perhitungan existing sebagai berikut:

<u>Faktor Keselamatan Terhadap Guling</u>

Gaya Guling (*Mo)*

$= Ph1\ (H'/3)+Ph2\ (H'/2)$

= 9,76212583 kN-m

FS (guling) $= \sum Mr / Mo$

= 6,52226895 > 2

FS (guling) > 2 ; OK!

<u>Faktor Keselamatan Terhadap Geser</u>

$$FS(geser) = \frac{(\Sigma V)\tan(k1\phi 2)+Bk2c2 + Pp}{P_a \cos \alpha}$$

= 0,8497202 > 1,5

FS(geser) < 1,5 *; NO!*

<u>Faktor Keselamatan Terhadap Daya Dukung</u>

$FS(daya\ dukung) = q_u / q_{toe}$

= 63,465/114,1125
= 0,55616233 > 3

FS(daya dukung) < 3 ; NO!

Jadi perhitungan kondisi existing tidak aman, ini dikarenakan data yang diperoleh kurang lengkap. Maka selanjutnya kami meredesain dengan 2 *retaining wall* yang berbeda hasil perhitungan sebagai berikut:

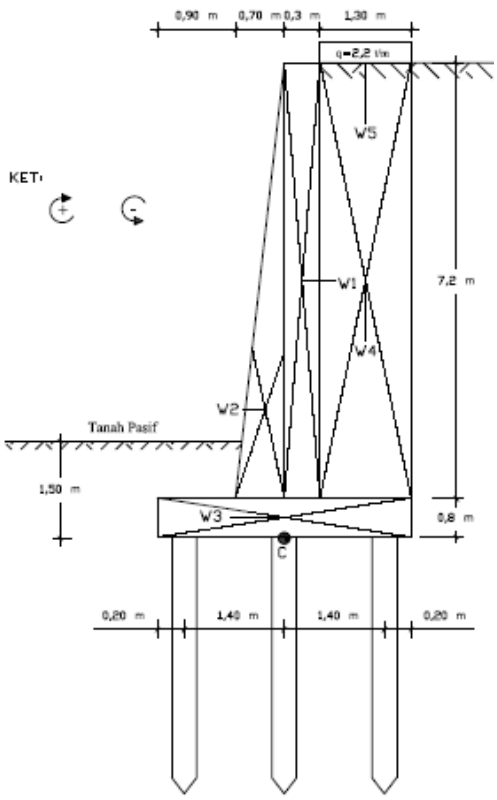
Kontrol stabilitas

Stabilitas	RW (A)	RW (B)	Angka keamanan
FS Guling	2,34	*1,997*	>2
FS Geser	0,14	0,237	>1,5
FS Daya Dukung	0,30	0,347	>3

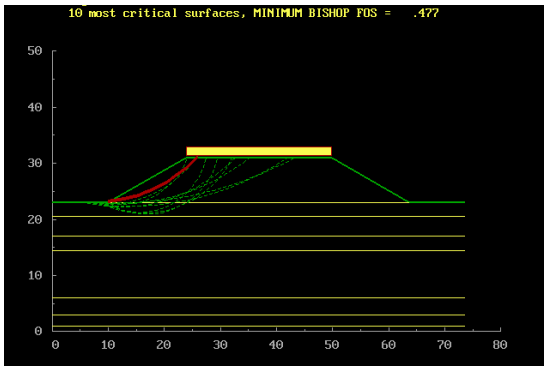
Setelah dihitung, faktor keselamatan terhadap gaya geser dan daya dukung tidak lebih dari angka keamanan. Agar memenuhi kontrol stabilitas maka direncanakan untuk melakukan pemancangan penulis menggunakan RW (A) dengan hasil sbb:

3 Tiang Pancang = 404,308 kN > tekanan lateral *Ph1+Ph2* = 368,48 kN *YES!!*

Kekuatan tiang pancang kelompok lebih dari tekanan lateral yang terjadi. Jadi dapat dikatakan aman. Berikut gambar rencana *retaining wall* dengan menggunakan tiang pancang.



Setelah mendesain *retaining wall* dan menghitung gaya-gaya yang bekerja, selanjutnya bagaimana bila struktur itu digantikan dengan perkuatan *geotextile*. Perencanaan *geotextile* pun harus memenuhi kontrol stabilitas yaitu meliputi *internal stability* (stabilitas longsor pada lereng), *foundation stability* (stabilitas pergeseran pada kaki timbunan) dan *overall stability* (stabilitas keruntuhan pada bidan gelincir lingkaran). Cek stabilitas lereng dapat menggunakan cara *Bishop*, *Taylor*, atau program *XSTABL*. Analisa ini menggunakan XSTABL, berikut perhitungan dan gambar rencana *geotextile*.



Gambar 4.3.41 Bidang Longsor (program XSTABL**)**

	FOS (BISHOP)	Circle Center x-coord (ft)	Circle Center y-coord (ft)	Radius (ft)	Initial x-coord (ft)	Terminal x-coord (ft)	Resisting Moment (ft-lb)
1.	.477	7.88	46.82	23.92	10.00	25.81	2.923E+03
2.	1.498	12.10	87.32	64.35	10.00	43.24	6.307E+04
3.	1.751	11.85	59.83	37.05	7.78	35.13	3.886E+04
4.	2.008	12.58	34.86	12.13	10.00	24.07	6.552E+03
5.	2.101	9.97	41.64	18.93	6.67	25.62	1.233E+04
6.	2.227	12.07	50.98	28.73	5.56	32.71	3.987E+04
7.	2.383	16.56	38.37	17.18	8.89	32.07	2.960E+04
8.	2.485	15.32	33.57	12.37	8.89	27.41	1.729E+04
9.	2.492	16.96	33.83	12.87	10.00	29.51	2.048E+04
10.	2.553	13.76	72.19	49.87	5.56	41.88	9.526E+04

Gambar 4.3.42 Angka Keamanan ≤1 tidak aman **(**program XSTABL**)**

Internal Stability

$P_{al} \leq$ [(Berat tanah / berat efektif *ABC*) x tan δ] x 1/SF

368,48 ≤ 571,125 OK!

Syarat kekuatan bahan S_1

$P_{al} \leq S_1/SF$

368,48 ≤ 409,09 OK!

S1/S2/S3 = T_{alow}

= T_{ult} x (1 / (1/(FSID x FSCR x FSCD x FSBD)))

(Lihat Lampiran tabel.)

S_1 = 136,36364 kN/m

Lapisan = 6

S_1 = kekuatan tarik bahan geosynthetis

Foundation Stability

Syarat stability

$$Pa2 \leq \frac{Pp + 2\,Su \times L}{SF}$$

646,823 ≤ 688,741

Syarat kekuatan bahan

S_2 ≥ Su x L x SF

1227,27 ≥ 1191,96 OK!

; SFmin = 2 (beban tetap)

S_2 = 136,364 kN/m

Lapisan = 9

Overall Stability

Syarat stability

$$\frac{M_R + M_{RG}}{M_{ov}} \geq SFmin$$

3,072 > 1,25 OK!

; SFmin = 1,25(beban tetap)

SFmin = 1,1 (beban sementara)

Rencana Anggaran Biaya

Tahap akhir yaitu menghitung rencana anggaran biaya dari penggunaan *retaining wall* beton dan perkuatan *geotextile woven* untuk mengetahui efisiensi diantara keduanya baik dalam segi pemasangan dan biayanya. Berikut rekap anggaran biayanya:

Rekap RAB *Retaining Wall*

NO.	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA		BOBOT
I.	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp	13.917.956,00	8,43
II.	PEKERJAAN TANAH	Rp	97.860.503,00	59,26
III.	PEKERJAAN BETON	Rp	8.707.804,00	5,27
IV.	PEKERJAAN TIANG PANCANG	Rp	44.645.489,56	27,04
	JUMLAH	Rp	165.131.752,56	100,00
	PPn 10 %	Rp	16.513.175,26	
	JUMLAH TOTAL + PPN	Rp	181.644.927,82	
	PEMBULATAN	Rp	181.644.000,00	

(*Sumber: Hasil Perhitungan Excel*)

Rekap RAB *Geotextile*

NO.	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA	BOBOT
I.	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp 13.917.956,00	8,23
II.	PEKERJAAN TANAH	Rp 97.860.503,00	57,88
III.	PEKERJAAN GEOTEXTILE	Rp 57.304.832,00	33,89
	JUMLAH	Rp 169.083.291,00	100,00
	PPn 10 %	Rp 16.908.329,10	
	JUMLAH TOTAL + PPN	Rp 185.991.620,10	
	PEMBULATAN	Rp 185.991.000,00	

(*Sumber: Hasil Perhitungan Excel*)

Dari hasil rekap di atas dapat disimpulkan anggaran biaya untuk *retaining wall* lebih murah dari pada *geotextile*. Ini dikarenakan harga *geotextile* yang didapat sebatas tensile strength 300 kN sehingga memerlukan beberapa lapis *geotextile* agar memenuhi faktor keamanan. *Geotextile* dalam segi pemasangan lebih efisien karena tidak ada keahlian khusus ataupun alat, cukup dengan menggelarnya saja sepanjang lebar *embankment* lalu ketebalan sesuai yang direncanakan dan kemudian dipadatkan. Sedangkan *retaining wall*, pertama harus melakukan pemancangan yang memakan waktu serta dilanjut dengan pengecoran. Pengecoran pun dibagi beberapa bagian yaitu menunggu kaki retaining wall keras dan kuat kemudian dilanjut mengecor bagian sisanya. Serta beton menunggu 28 hari untuk mencapai kekuatan maksimal.

Usia guna proyek untuk NPV (Net Present Value) sama-sama untuk jangka waktu 50th. Namun di akhir usia guna beton masih utuh, sedangkan geotextile kekuatannya berkurang dan untuk perbaikan *geotextile* seperti awal pemasangan dengan adanya pemadatan timbunan. Ini akan membuat biaya lebih besar lagi.

IV. KESIMPULAN & SARAN

Kesimpulan

Dari hasil studi diatas mengenai penggunaan *retaining wall* beton type *cantilever wall* dan dengan perkuatan *geotextile* dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Nilai angka faktor keamanan *retaining wall* rencana terhadap guling yaitu 2,339292562 > 2 dinyatakan aman, terhadap geser yaitu 0,141735487 < 1,5 dinyatakan tidak aman, dan terhadap daya dukung yaitu 0,300673377 < 3 dinyatakan tidak aman. Dengan adanya nilai angka keamanan yang tidak sesuai maka digunakan tiang pancang untuk mendukung angka keamanan retaining wall. Nilai angka keamanan terhadap tekanan lateral menjadi 404,308 kNm > 368,48 kNm dinyatakan aman.
- Internal stability embankment sebelum menggunakan *geotextile* 368,48 ≤ 162,034

setelah menggunakan *geotextile* dengan 6 lapisan mengalami kenaikan yaitu 571,125 syarat stability terpenuhi dan syarat bahan 368,48 ≤ 409,09 terpenuhi, foundation stability menggunakan 9 lapisan geotextile woven dengan tensile strength 300 kN/m agar memenuhi syarat bahan yaitu 1227,27 ≥ 1191,96. Sedangkan overall stability syarat sudah terpenuhi > 1,25 yaitu 3,072

- Anggaran biaya untuk retaining wall yaitu Rp 181.644.000,00, sedangkan *geotextile woven* yaitu Rp 185.991.000,00. Ini dikarenakan *tensile strength* yang diperoleh kurang besar sehingga membutuhkan beberapa lapis agar memenuhi angka keamanan dan mengakibatkan menambah biaya geotekstil sendiri.
- Waktu pengerjaan geotekstil lebih singkat hanya menggelarnya saja tidak ada peralatan apapun. Sedangkan retaining wall, pertama melakukan pekerjaan pemancangan yang memakan waktu serta dilanjut dengan pengecoran. Pengecoran pun dibagi beberapa bagian yaitu menunggu kaki retaining wall keras dan kuat kemudian dilanjut mengecor bagian sisanya. Beton menunggu 28 hari untuk mencapai kekuatan maksimal.
- Usia guna proyek untuk NPV (Net Present Value) sama-sama untuk jangka waktu 50th. Namun di akhir usia guna beton masih utuh, sedangkan *geotextile* kekuatannya berkurang dan untuk perbaikan *geotextile* seperti awal pemasangan dengan adanya pemadatan timbunan. Ini akan membuat biaya lebih besar lagi.

Saran

Adapun saran-saran yang dapat disampaikan dalam studi komparasi penggunaan *retaining wall* beton type kantilever wall dan dengan perkuatan *geotextile* yaitu sebagai berikut:

- Waktu studi hendaknya mengikuti dari awal untuk mengetahui tahapan pelaksanaan proyek hingga pembangunan *wing wall.*
- Lebih teliti dalam menginput data agar minim untuk terjadi kesalahan.
- Data yang didapat harus diperiksa kembali, agar tidak kekurangan data dalam penulisan maupun perhitungannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Das, Braja M. 1984. *Principles Of Foundation Engineering.* Monterey, California 93940 : Wadsworth,Inc.
- Koerner, Robert M.Ph.D.,PE. 1986. *Designing With Geosynthetics Second Edition.* Prentice Hall Inc.
- Henry, Foth dan Soenarto Adisoemarto. 1994. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah.* Jakarta : Penerbit Erlangga.

- Terzaghi, Karl dan Ralph B. Peck. 1993. *Mekanika Tanah dan Praktek Rekayasa.* Jakarta : Penerbit Erlangga
- Mochtar, Ir. Indrasurya B.,MSc.,PhD. 2000. *Teknologi Perbaikan Tanah Masa Kini.* Surabaya : ITSN
- BMS6 - M.BI, Panduan Perencanaan Teknik Jembatan; 1 December 1992
- HS, Ir. Sardjono. 1984. *Pondasi Tiang Pancang Jilid 1.* Surabaya : Sinar Wijaya
- Aboe, A.Kadir. 1982. *Soal & Penyelesaian Konstruksi Beton Bertulang.* Yogyakarta : Citra Offset YK.
- Http:
  - journal.uajy.ac.id257632TS11950.pdf
  - //www.ptgsi.com/node/82