

INFRASTRUKTUR

PERENCANAAN KONSTRUKSI TURAP SEBAGAI PENGGANTI DINDING PENAHAN (STUDI KASUS JALAN LINGKAR DONGGALA)

Planning Sheet Pile Construction To Replacement Retaining Wall (Case Study Donggala Ring Road)

Martini

Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako-Jalan Soekarno Hatta Km. 8 Palu 94118
Email : martini_geotech@yahoo.com

Shyama Maricar

Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako-Jalan Soekarno Hatta Km. 8 Palu 94118

Hendra Setiawan

Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako-Jalan Soekarno Hatta Km. 8 Palu 94118

ABSTRACT

Ring Road Donggala using a cylindrical retaining wall or common form called Caisson foundation. The installing process or the execution of the caisson foundation generally dry conditions, but ring road located at the coast. These conditions would pursuing the process of implementation or installation of the caisson foundation, caused by the tidal process that makes the depth of placement of retaining walls will was not appropriate as planned. Sheet pile construction was chosen as a replacement of retaining wall based on easier installation, especially in water-related sites. The purpose of this study was to design a sheet pile wall to be used include depth of driven into the ground, and the type of sheet pile to be used..The calculated result of the sheet pile construction plans with two conditions of sea water surface conditions. At normal water surface was obtained of driving depth Dactual = 2,121 m with the PS-28 type of sheet pile. Conditions at water ebb depth of driving obtained Dactual = 2,506 m with the PS-28 type of sheet pile. Based on the calculated depth of driving of the two conditions, it should be implemented is the depth of stake on the low tide conditions Dactual = 2,506 m and the type of sheet pile is a PS-28. Depth of driving was caused by the lateral pressure that occurs in conditions of greater ebb water.

Keywords: retaining wall, sheet pile, road

ABSTRAK

Jalan Lingkar Donggala menggunakan dinding penahan yang berbentuk silinder atau biasa disebut sumuran. Proses pemasangan atau pelaksanaan pondasi sumuran umumnya dalam kondisi kering, namun lokasi jalan lingkar berada di daerah pantai. Kondisi ini akan menghambat proses pelaksanaan atau pemasangan pondasi sumuran, karena adanya pengaruh air laut dan proses pasang surut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui desain turap yang akan digunakan meliputi dimensi turap, kedalaman pemancangan, dan jenis turap yang akan digunakan. Hasil perhitungan dari perencanaan konstruksi turap dengan dua kondisi permukaan air laut. Pada saat muka air normal didapatkan kedalaman pemancangan Daktual = 3,001 m dengan tipe turap PS-28. Kondisi pada saat air surut didapatkan kedalaman pemancangan Daktual = 3,393 m dengan tipe turap PS-28. Berdasarkan hasil perhitungan kedalaman pemancangan dari kedua kondisi tersebut, maka yang sebaiknya dilaksanakan adalah kedalaman pemancangan pada kondisi air surut yaitu Daktual = 3,393 m dan tipe turap adalah PS-28.

Kata Kunci : turap, dinding penahan, jalan

PENDAHULUAN

a. Latar Belakang

Jalan lingkar Donggala menggunakan dinding penahan yang berbentuk silinder atau biasa disebut sumuran. Penggunaan pondasi sumuran umumnya harus dilakukan dengan mempertimbangkan proses pelaksanaan dan kondisi lapangan. Pada proses pelaksanaan atau pemasangan pondasi sumuran

umumnya dalam kondisi kering. Lokasi jalan lingkar ini berada di daerah pantai sehingga proses pemasangan atau pekerjaan dinding penahan di jalan lingkar ini akan berhubungan dengan air khususnya kondisi pasang surut permukaan air laut. Kondisi seperti ini dapat menghambat pelaksanaan pekerjaan dinding penahan tersebut, terutama pada pekerjaan galian untuk perletakkan dinding penahan. Karena dipengaruhi oleh perubahan muka air berakibat

kedalaman perletakkan dinding tidak sesuai dengan yang direncanakan.

Pemilihan alternatif penggunaan konstruksi turap didasarkan pada proses pemasangannya yang mudah, terutama pada lokasi yang berhubungan dengan air. Konstruksi turap berdasarkan jenis bahannya terdiri dari baja, kayu, dan beton. Proses pelaksanaan konstruksi turap adalah dengan metode pemancangan hingga kedalaman yang diinginkan. Apabila konstruksi turap ini digunakan sebagai konstruksi dinding penahan pada lokasi yang berhubungan dengan air proses pelaksanaannya tidak terhambat oleh perubahan muka air tanah, khususnya untuk mencapai kedalaman turap yang akan dipancang..

b. Tinjauan Pustaka Konstruksi Turap

Turap (*sheet pile wall*) adalah dinding menerus yang dibuat dengan cara menghubungkan potongan-potongan/section yang saling mengunci (baja, beton atau kayu) yang bertujuan untuk: (sumber Hardiyatmo, 2006)

- 1). Menahan tekanan horisontal akibat tanah dan air
- 2). Menghasilkan stabilitas terhadap tekanan horisontal dari tanah yang dipancang
- 3). Menghasilkan sokongan horisontal yang bersumber dari anchor yang dipasang pada turap.

Menurut Das, 2011, dinding turap adalah dinding vertikal relatif tipis yang berbentuk pipih dan panjang, biasanya terbuat dari material baja atau beton yang berfungsi kecuali untuk menahan tanah juga berfungsi untuk menahan masuknya air ke dalam lubang galian. Peranan dinding turap sangat besar pada bidang teknik sipil. Dinding turap secara luas dipakai untuk struktur – struktur tepi laut atau pelabuhan baik yang besar maupun yang kecil. Untuk pelengkap fasilitas peluncuran kapal dan juga untuk dermaga –dermaga kapal. Karena pemasangan yang mudah dan biaya pelaksanaan yang relatif murah, turap banyak digunakan pada pekerjaan – pekerjaan, seperti : penahan tebing galian sementara, bangunan–bangunan di pelabuhan, dinding penahan tanah, bendungan dan lain – lain.

Jenis – Jenis Turap (Das, 2011)

- a. Turap kayu digunakan untuk dinding penahan tanah yang tidak begitu tinggi karena tidak kuat menahan beban lateral yang besar. Turap kayu banyak digunakan pada pekerjaan-pekerjaan sementara atau bangunan yang tidak permanen, seperti bangunan perancah untuk penggalian pondasi dan sebagainya. Untuk bangunan

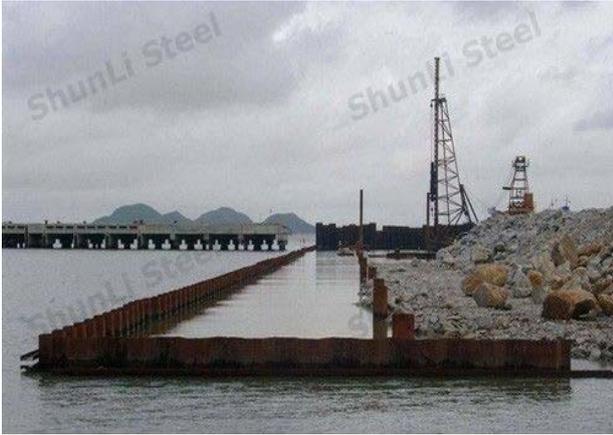
permanen, pengawetan bahan dan perlindungan bahan terhadap pelapukan harus benar – benar diperhatikan. Turap jenis ini tidak cocok pada tanah berkerikil karena turap mudah pecah ketika dipancang. Penggunaan material kayu untuk dinding turap mempunyai keuntungan dan kerugian. Keuntungannya adalah bahan ini mudah dicari. Kerugiannya adalah masa pakai dari material ini relatif pendek, serta diperlukannya teknik pengawetan.

- b. Turap beton, merupakan balok-balok beton yang telah dicetak dengan bentuk tertentu, yang dibuat saling kait mengait satu sama lain. Ujung bawah biasanya dibuat meruncing untuk memudahkan pemancangan. Digunakan untuk konstruksi yang berat dan permanen dan biasanya diberi perkuatan. Turap jenis ini harus mampu menahan tegangan yang timbul selama pelaksanaan konstruksi dan setelah konstruksi selesai. Tebalnya 150 – 200 mm dan lebarnya 500 - 800 mm.Keuntungan pemakaian jenis ini adalah dinding bisa dibuat ditempat, sehingga waktu pelaksanaan lebih cepat karena tanpa tenggang waktu pemesanan dan pengangkutan. Sedangkan kerugiannya adalah sulitnya pelaksanaan di lapangan karena sering terjadi kebocoran – kebocoran.
- c. Turap baja sangat umum digunakan dan biasa digunakan pada bangunan permanen. Konstruksi dinding turap ini lebih ringan, lebih mudah pelaksanaannya di lapangan serta hasilnya lebih baik. Keuntungan menggunakan konstruksi turap ini adalah :

- Kuat terhadap gaya-gaya benturan pada pemancangan
- Bahan relatif tidak begitu berat
- Dapat digunakan berulang-ulang
- Mempunyai keawetan tinggi
- Penyambungan mudah bila kedalaman turap besar



Gambar 1. Contoh penggunaan konstruksi turap didaerah laut (Sumber : www.nauticexpo.com)



Gambar 2. Contoh penggunaan konstruksi turap di daerah pantai (Sumber : www.sheetpilingchina.com)

Turap Kantilever

1) Turap kantilever pada tanah berpasir

Tekanan aktif pada kedalaman $z = L_1$

$$p_1 = \gamma L_1 K_a \tag{1}$$

dengan :

$$K_a = \text{koefisien tekanan tanah aktif Rankine} = \tan^2 (45 - \phi / 2)$$

γ = berat volume tanah di atas muka air tanah

$$p_2 = (\gamma L_1 + \gamma' L_2) K_a \tag{2}$$

dengan ;

γ' = berat volume tanah efektif = $\gamma_{sat} - \gamma_w$

Tekanan aktif pada kedalaman z :

$$p_a = [\gamma L_1 + \gamma' L_2 + \gamma' (z - L_1 - L_2)] K_a \tag{3}$$

Tekanan pasif pada kedalaman z :

$$p_p = \gamma' (z - L_1 - L_2) K_p \tag{4}$$

dengan ;

$$K_p = \text{koefisien tekanan tanah pasif} = \tan^2 (45 + \phi / 2)$$

Kombinasi persamaan (20) dan (21) didapat:

$$\begin{aligned} p &= p_a - p_p \\ &= (\gamma L_1 + \gamma' L_2) K_a - \gamma' (z - L_1 - L_2) (K_p - K_a) \\ &= p_2 - \gamma' (z - L) (K_p - K_a) \tag{5} \end{aligned}$$

dengan;

$$L = L_1 + L_2$$

Net Pressure (p), menjadi sama dengan nol pada kedalaman L_3 di bawah batas galian:

$$p_2 - \gamma' (z - L) (K_p - K_a) = 0$$

$$(z - L) = L_3 = \frac{p_2}{\gamma' (K_p - K_a)} \tag{6}$$

Kemiringan garis DEF : $(K_p - K_a) \gamma'$, sehingga:

$$HB = p_3 = L_4 (K_p - K_a) \gamma' \tag{7}$$

Pada bagian bawah turap, p_p berarah dari kanan ke kiri dan p_a berarah dari kiri ke kanan, sehingga pada $z = L + D$

$$p_p = (\gamma L_1 + \gamma' L_2 + \gamma' D) K_p \tag{8}$$

Pada kedalaman yang sama :

$$p_a = \gamma' D K_a \tag{9}$$

Tekanan lateral pada bagian dasar tiang turap :

$$\begin{aligned} p_p - p_a &= p_4 = (\gamma L_1 + \gamma' L_2) K_p + \gamma' D (K_p - K_a) \\ &= (\gamma L_1 + \gamma' L_2) K_p + \gamma' L_3 (K_p - K_a) + \gamma' L_4 (K_p - K_a) \\ &= p_5 + \gamma' L_4 (K_p - K_a) \tag{10} \end{aligned}$$

dengan : $D = L_3 + L_4$

Syarat stabilitas turap :

- Σ Gaya horizontal = 0

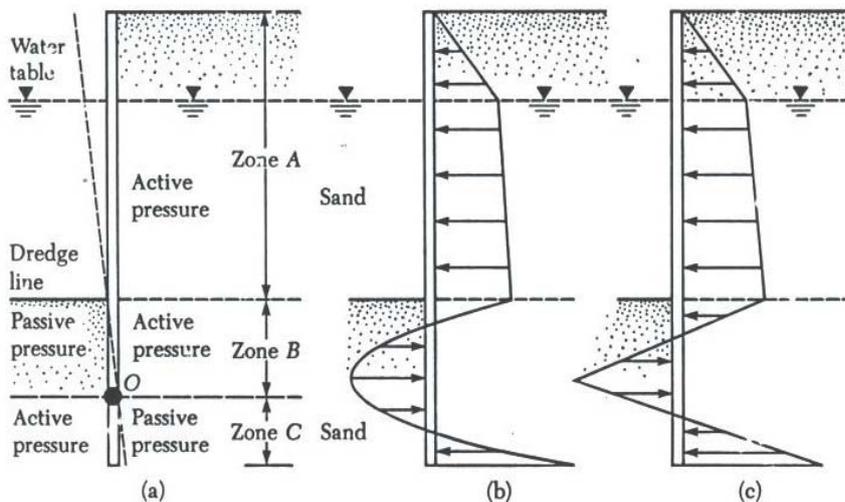
- Σ Momen terhadap titik B = 0

Jumlah gaya horizontal = Luas diagram ACDE -

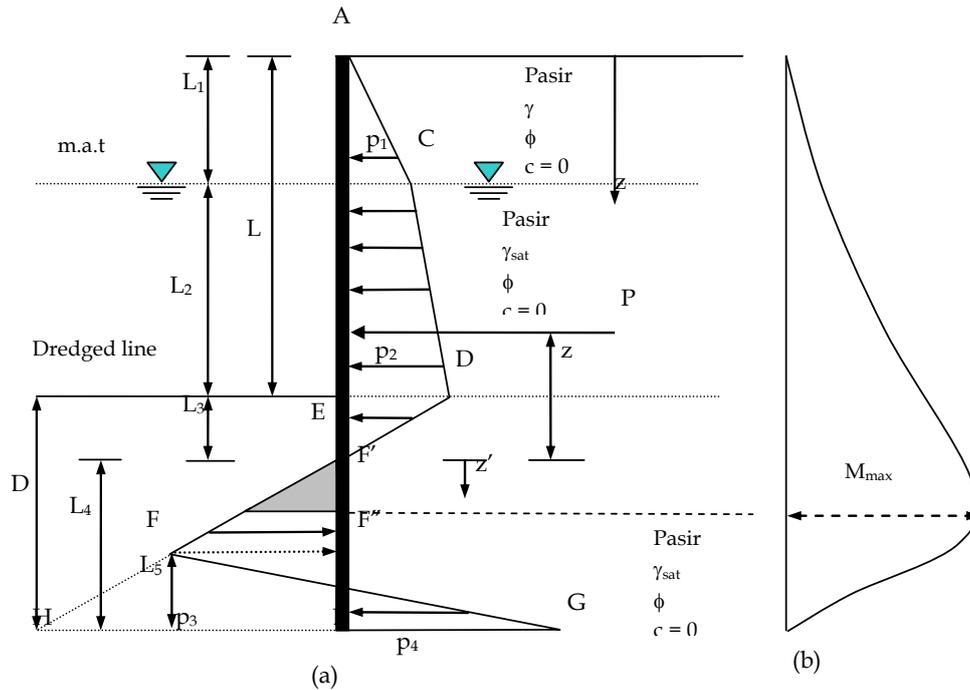
Luas EFHB + Luas FHBG = 0

$$p - \frac{1}{2} p_3 L_4 + \frac{1}{2} L_5 (p_3 + p_4) = 0 \tag{11}$$

$$L_5 = \frac{p_3 L_4 - 2p}{p_3 + p_4} \tag{12}$$



Gambar 3. Turap kantilever pada tanah berpasir (Das, 2011)



Gambar 4. Turap kantilever pada tanah berpasir (Das, 2011)
(a) variasi diagram net pressure ; (b) variasi momen

Jumlah momen terhadap B :

$$= P (L_4 + \bar{z}) - (\frac{1}{2} L_4 p_3)(L_4/3) + \frac{1}{2} L_5 (p_3 + p_4) ((L_5)/3) = \quad (13)$$

Kombinasi persamaan (7), (10), (12) dan (13) didapat :

$$L_4^4 + A_1 L_4^3 - A_2 L_4^2 - A_3 L_4 - A_4 = 0 \quad (14)$$

dengan :

$$A_1 = \frac{p_5}{\gamma' (K_p - K_a)} \quad (15)$$

$$A_2 = \frac{8P}{\gamma' (K_p - K_a)} \quad (16)$$

$$A_3 = \frac{6P [2\bar{z}\gamma' (K_p - K_a) + p_5]}{\gamma' (K_p - K_a)^2} \quad (17)$$

$$A_4 = \frac{P(6\bar{z}p_5 + 4P)}{\gamma'^2 (K_p - K_a)^2} \quad (18)$$

Kedalaman teoritis diperoleh $L_3 + L_4$

Kedalaman aktual ditambah 20% - 30% terhadap kedalaman teoritis.

Beberapa designer menggunakan $K_{p(\text{design})} = \frac{K_p}{FS}$;

FS berkisar 1,5-2

Maximum Bending Moment (M_{\max})

M_{\max} terjadi pada gaya geser = 0 (pada E - F')

$$P = \frac{1}{2} (z')^2 (K_p - K_a) \gamma'$$

$$z' = \sqrt{\frac{2P}{(K_p - K_a)\gamma'}} \quad (19)$$

Jika titik gaya geser = 0 diketahui :

$$M_{\max} = P(\bar{z} + z') - \left[\frac{1}{2} \gamma' z'^2 (K_p - K_a) \right] \left(\frac{1}{3} z' \right) \quad (20)$$

$$M_{\max} \text{ diketahui, } S = \frac{M_{\max}}{\sigma_{\text{all}}}$$

dengan :

S = modulus penampang per satuan panjang

σ_{all} = tegangan ijin lentur baja

2) Turap Kantilever Pada Tanah Berlempung

Pada kedalaman $z > L_1 + L_2$, diatas titik rotasi O:

$$p_a = [\gamma L_1 + \gamma' L_2 + \gamma_{\text{sat}}(z - L_1 - L_2)] K_a - 2c\sqrt{K_a}$$

$$p_p = \gamma_{\text{sat}}(z - L_1 - L_2) K_p + 2c\sqrt{K_p}$$

Net pressure :

$$p_6 = \left[\gamma_{\text{sat}}(z - L_1 - L_2) K_p + 2c\sqrt{K_p} \right] - \left[\gamma L_1 + \gamma' L_2 + \gamma_{\text{sat}}(z - L_1 - L_2) \right] K_a + 2c\sqrt{K_a}$$

Karena $\phi = 0$, $K_a = K_p = 1$

$$p_6 = 4c - (\gamma L_1 + \gamma' L_2)$$

Pada bagian bawah SPW :

$$p_p = (\gamma L_1 + \gamma' L_2 + \gamma_{\text{sat}} D) + 2c$$

$$p_a = \gamma_{\text{sat}} D - 2c$$

$$p_7 = p_p - p_a = 4c + (\gamma L_1 + \gamma' L_2)$$

$$\Sigma F_H = 0 \rightarrow \text{Luas ACDE} - \text{Luas EFIB} + \text{Luas GIH} = 0$$

$$P_1[4c - (\gamma L_1 + \gamma' L_2)]D - \frac{1}{2} L_4 [4c - (\gamma L_1 + \gamma' L_2) + 4c + (\gamma L_1 + \gamma' L_2)] = 0$$

$$L_4 = \frac{D[4c - (\gamma L_1 + \gamma' L_2)] - P_1}{4c} \quad (21)$$

$$\Sigma M_b = 0$$

$$P_1(D + \bar{z}_1) - [4c - (\gamma L_1 + \gamma' L_2)] \frac{D^2}{2} - \frac{1}{2} L_4 8c \frac{L_4}{3} = 0 \quad (22)$$

Kombinasi persamaan (38) dan (39) diperoleh:

$$D_2[4c - (\gamma L_1 + \gamma' L_2)] - 2DP_1$$

$$-\frac{P_1(P_1 + 12c\bar{z}_1)}{(\gamma L_1 + \gamma' L_2) + 2c} = 0 \quad (23)$$

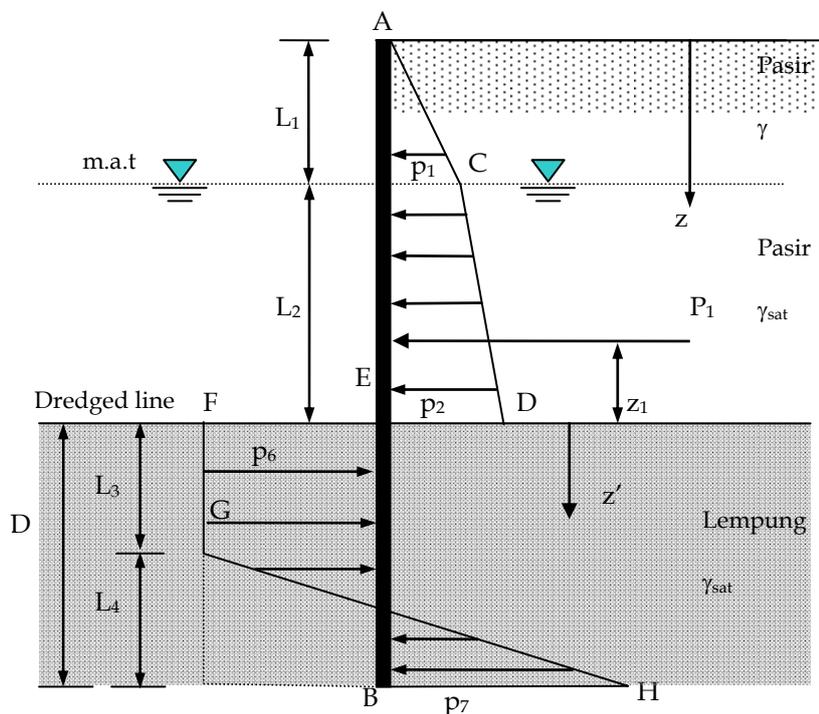
Maximum Bending Moment

Momen maximum terjadi pada daerah $L_1 + L_2 < 2 < L_1 + L_2 + L_3$

Gunakan sistem koordinat yang baru z' , untuk gaya geser = 0 :

$$P_1 - p_6 z' = 0 \rightarrow z' = \frac{P_1}{p_6}$$

$$M_{max} = P_1(z' + \bar{z}_1) - \frac{1}{2} p_6 z'^2$$



Gambar 5. Turap kantilever pada tanah lempung (Das, 2011)

diperoleh dari perhitungan *Free Earth Support Method*.

Notasi – notasi yang digunakan oleh Rowe, sebagai berikut :

- 1). H' = Tinggi total tiang turap ($L_1 + L_2 + D_{actual}$)
- 2). Relative flexibility of pile = $\rho = 10,91 * 10^{-7} (H'^4/EI)$
 H' dalam m
 E = Modulus Young dari material turap (MN / m^3)
 I = Momen Inersia penampang turap (m^4 / m of wall)
- 3). M_d = Momen design
- 4). M_{max} = Momen maksimum teoritis

Pada turap dengan tinggi tanah timbunan melampaui 6 m, maka akan lebih ekonomis untuk mengikat turap di dekat bagian atas dinding turap. Hal ini biasa disebut dengan turap berangkur (*anchored sheet pile wall* atau *anchored bulkhead*). Pemakaian angkur meminimalkan kedalaman pancang yang diperlukan dan mengurangi besarnya penampang dan berat turap yang diperlukan pada konstruksi.

Moment Reduction

Karena sifat fleksibilitasnya, sheet pile wall (SPW) akan mengalami perpindahan lateral yang akan menyebabkan reduksi / pengurangan moment maksimum. Rowe (1952, 1957) dalam Das (2011) mengusulkan sebuah metoda untuk mereduksi momen design max yang terjadi pada SPW yang

METODE PENELITIAN

a. Lokasi Perencanaan



Gambar 6. Peta lokasi penelitian, (Sumber :www.googleEarth.com)

Konstruksi dinding penahan yang digunakan di lokasi tersebut menggunakan tipe sumuran.



a)



b)

Gambar 7. Pelaksanaan konstruksi dinding penahan tipe sumuran

b. Data – Data Perencanaan

Data lapangan meliputi data profil lapisan tanah serta kondisi pasang surut permukaan air laut. Data tanah yang diperlukan untuk dapat mendimensi turap yang akan digunakan adalah :

- 1). Penentuan nilai c dan ϕ dilakukan dengan pengujian geser langsung untuk jenis tanah asli dan tanah timbunan.

Parameter kuat geser yang meliputi nilai kohesi (c) untuk tanah dasar berkisar antara $0,06 - 0,15 \text{ kg/cm}^2$ dan besarnya sudut gesek (ϕ) berkisar antara $41^\circ - 52^\circ$. Sedangkan untuk tanah timbunan diperoleh nilai kohesi berkisar antara $0,28 - 0,37 \text{ kg/cm}^2$ dan sudut gesek (ϕ) berkisar antara $27^\circ - 29^\circ$.

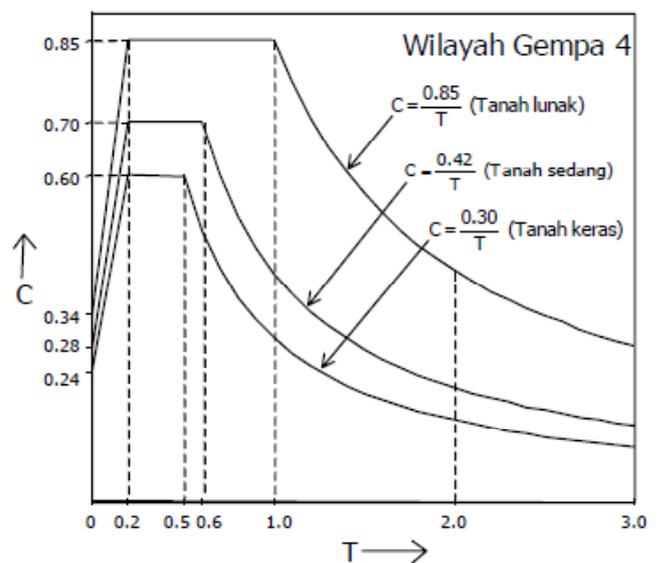
untuk perhitungan konstruksi turap, nilai kohesi dan sudut gesek baik untuk tanah setempat ataupun tanah timbunan, yang digunakan adalah nilai terkecil.

- 2). Penentuan berat isi basah (γ_b) diperoleh dengan pengujian berat isi tanah, selain berat isi basah juga diperlukan nilai berat isi jenuh (γ_{sat}) karena pada dasar turap dalam kondisi terendam.

Dari hasil pengujian berat isi diperoleh nilai berat isi kering minimum untuk tanah dasar adalah $1,57 \text{ kg/cm}^3$ dan untuk tanah timbunan adalah $1,68 \text{ kg/cm}^3$. Nilai berat isi inilah yang akan digunakan dalam mendesain turap.

- 3). Data Kegempaan

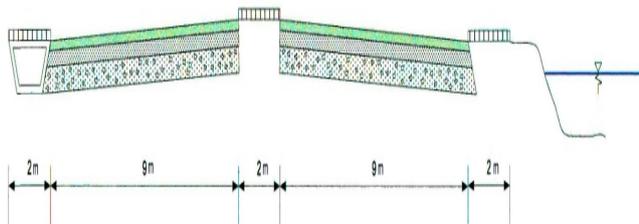
Data gempa yang digunakan berupa nilai koefisien gempa dasar yang diperoleh dengan cara memplot nilai waktu getar alami yang diperoleh dari Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Struktur Bangunan Gedung SNI 03-1726-2002.



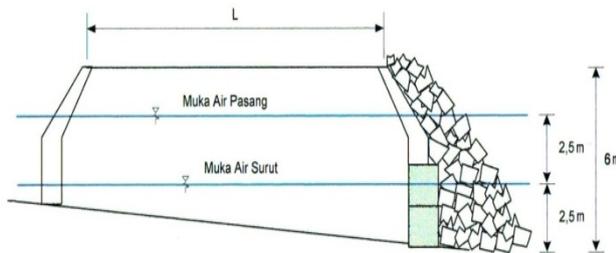
Gambar 8. Koefisien gempa dasar (c), zona gempa 4 (Sumber : Anonim 2002)

Data teknis yang digunakan adalah data yang berkaitan dengan dimensi dinding penahan yang ada dilapangan sesuai dengan yang diperlihatkan pada Gambar 9 dan 10. Data – data tersebut antara lain :

- Rencana tinggi *embankment* = 6 m
- Lebar jalan = 20 m



Gambar 9. Potongan melintang jalan (Sumber : Anonim 2010)



Gambar 10. Potongan melintang jalan (Sumber : Anonim 2010)

c. Rencana Konstruksi Turap

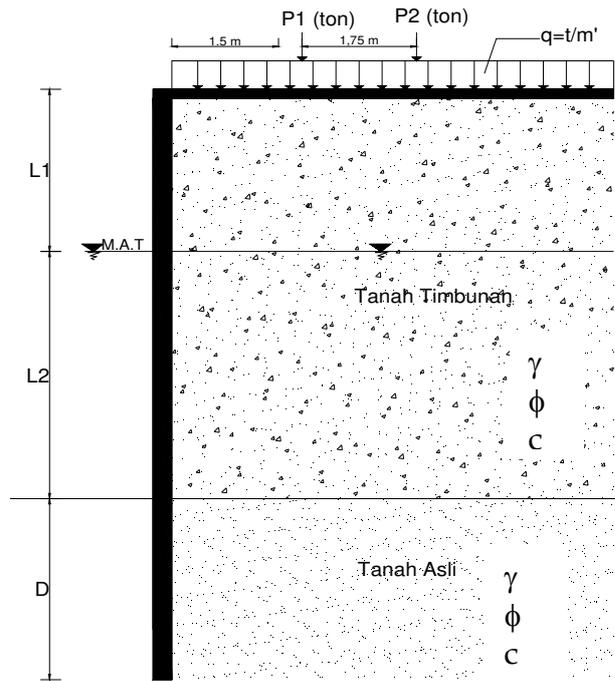
Rencana tinggi turap yang digunakan adalah 6 m. Pembebanan adalah beban diatas tanah timbunan berupa beban mati dan beban hidup yang diasumsikan, sebagai berikut:

Beban mati yang dimaksud adalah beban perkerasan jalan yang digunakan sebagai nilai (q), lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah dan trotoar. Menurut Supriadi dan Muntohar (2000), dapat diasumsikan sebagai berikut:

- Beban perkerasan jalan beraspal = 2,3 t/m³
- Beban lapis pondasi atas = 2,0 t/m³
- Beban lapis pondasi bawah = 2,0 t/m³
- Beban trotoar = 2,2 t/m³

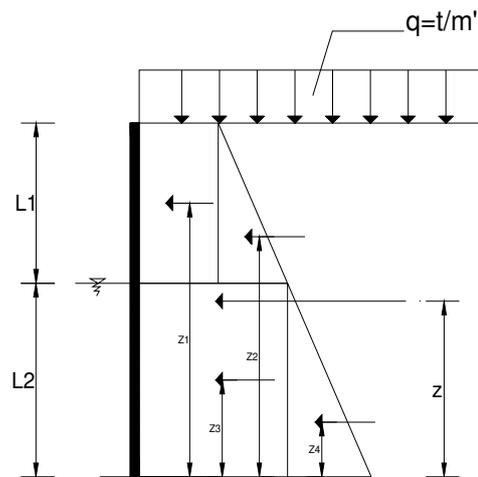
Beban hidup yang dimaksud adalah beban roda kendaraan (P1) dan beban orang, menurut Supriadi dan Muntohar (2000), diasumsikan sebesar:

- Beban roda kendaraan truk (*dual wheel load*) = 10 ton
- Beban orang = 100 kg = 0,1 ton



Gambar 11. Tinggi turap dan beban

d. Perhitungan Konstruksi Turap Pada saat Muka Air Normal



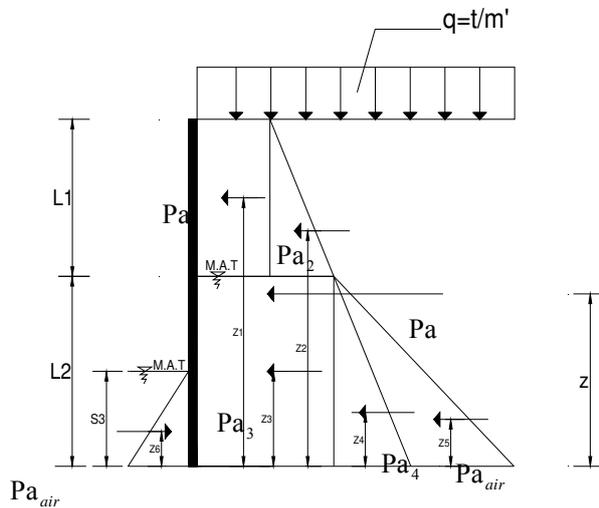
Gambar 12. Sketsa diagram beban timbunan dan beban merata (Setyowati, 2012)

= 2,3 t/m³

e. Perhitungan Konstruksi Turap Pada Saat Muka Air Surut

Tahap pertama adalah menghitung total tekanan tanah yang bekerja pada konstruksi turap. Data total tekanan tanah tersebut dipergunakan untuk prosedur perhitungan selanjutnya yaitu menentukan kedalaman pemancangan serta dimensi turap yang diperlukan. Hasil analisis kondisi normal dan kondisi surut akan dibandingkan untuk menentukan kedalaman pemancangan dan dimensi turap yang memenuhi syarat untuk semua kondisi

Dimensi turap ditentukan berdasarkan nilai modulus penampang tiang turap per satuan panjang yang diperlukan. Berdasarkan tabel profil penampang turap dipilih modulus penampang yang mendekati modulus penampang (S) dari hasil perhitungan



Gambar 13. Sketsa diagram beban timbunan dan beban merata pada saat kondisi muka air tanah tidak rata atau kondisi air surut (Setyowati, 2012)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil perhitungan kedalaman pemancangan pada kondisi muka air laut normal dan kondisi muka air laut surut, maka diperoleh kedalaman pemancangan kondisi surut lebih besar dari kondisi normal. Kedalaman pemancangan aktual (D_{aktual}) surut sebesar 2,51 m dan D_{aktual} normal sebesar 2,12 m. D_{aktual} kondisi surut lebih besar karena tekanan tanah lateral yang bekerja lebih besar.

Tipe turap yang digunakan pada kondisi saat air normal dengan mutu baja ASTM-A-328 dan ASTM-A-572 adalah sama yaitu tipe PS-28. Demikian pula untuk kondisi saat air surut tipe yang dibutuhkan yaitu PS-28. Dari dua kondisi air ini memiliki tipe turap yang sama PS-28. Tipe turap ini dipilih karena yang paling mendekati dengan hasil modulus penampang yang didapatkan dari perhitungan adalah turap dengan tipe PS-28. Namun nilai modulus penampang pada tipe PS-28 jauh lebih besar dari nilai yang didapatkan pada perhitungan. Dari hasil perencanaan maka turap yang dapat digunakan pada lokasi ini adalah tipe turap PS-28 dengan kedalaman pemancangan D_{aktual} sebesar 2,51 m

Tabel 1. Hasil perhitungan untuk kedua kondisi muka air (Setyowati, 2012)

Parameter	Satuan	Kondisi muka air	
		Normal	Surut
Tekanan tanah lateral	t/m	36,59	39,01
Kedalaman pemancangan	m	2,12	2,51
Momen maksimum	kN.m	2918,62	3309,15
Tipe turap		PS - 28	PS - 28



Gambar 14. Tipe Turap PS-28

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut kesimpulan sebagai berikut :

- Dari hasil perhitungan kedalaman pemancangan pada saat kondisi air normal diperoleh $D_{aktual} = 3,001$ m, dengan tipe turap yang dapat digunakan adalah tipe PS-28
- Dari hasil perhitungan kedalaman pemancangan pada saat kondisi air surut diperoleh $D_{aktual} =$

3,393 m, dengan tipe turap yang dapat digunakan adalah PS-28.

- Tipe turap yang digunakan untuk kondisi air normal dan kondisi air surut memiliki tipe turap yang sama disebabkan nilai modulus penampang dari kedua kondisi paling mendekati dengan nilai modulus penampang pada tipe turap PS-28.
- Berdasarkan hasil perhitungan kedalaman pemancangan maka yang sebaiknya dilaksanakan adalah $D_{aktual} = 3,393$ m (kondisi surut), dengan tipe turap PS-28.
- Kebutuhan kedalaman pemancangan untuk kondisi surut lebih besar dikarenakan tekanan tanah lateral yang terjadi pada kondisi surut lebih besar

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2002. *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Struktur Bangunan Gedung SNI 03-1726-2002*. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Bandung
- Das, B.M, 2011. *Principles of Foundation Engineering, Seventh edition*, PWS Publishing Company.
- Eka Setyowati, 2012, Perencanaan Konstruksi Turap Sebagai Pengganti Dinding Penahan (Studi Kasus Jalan Lingkar Donggala)
- Hardiyatmo, H.C, 2006. *Teknik Pondasi 2*, edisi ketiga. Beta Offset. Yogyakarta.
- Supriyadi, B. dan Muntohar, A.S, 2000. *Jembatan*, edisi pertama. Yogyakarta.
- www.GoogleEarth.com. *Peta Donggala*. Diakses 16 September 2011.
- www.sheetpiling-China.com. *Sheet Pile Manufacturer (ShunLi Steel Group)* Diakses 16 September 2011