

## STUDI STABILITAS TURAP BETON PADA TEPI SUNGAI ANAI KABUPATEN PADANG PARIAMAN

**Rina Yuliet, Abdul Hakam, Yones Ramanugraha**

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas Padang  
Kampus Unand Limau Manis  
Email : rina@ft.unand.ac.id

**Abstract:** Sheet pile construction in Anai River Padang Pariaman Regency is one of the series of works to normalize the flow of the Anai river, because Minangkabau International Airport (BIM) was built on the coast of a very low altitude from the sea level. To anticipate the occurrence of the failure of the sheet pile's structure, the stability of the sheet pile should be ensured. This research aims to study the stability of concrete sheet pile on the Project Urban Flood System Improvement of Anai river Padang according to Cone Penetration Test results and laboratory test. The method used for planning the sheet pile's structure is trial and error method, where the condition of the soil pressure using the theory of Rankine. The result of soil investigation for 4 point cone penetration test shows that the depth of the hard soil is on 5 m average and layer of soil on the Anai River site project composed of silty sand and sandy silt. Sheet pile stability can be achieved when the depth of the actual construction is 1.3 times the theoretical depth where on this project, the actual depth of the cantilever penetration value is obtained 6.4 m and the total sheet pile length is 12 m. The total sheet pile length obtained is equal to the total length of the sheet pile used in the project. For anchored sheet pile with free earth support method, the stability of the sheet pile is achieved when the actual depth 2.4 m and the total length of sheet pile is 8 m, while in the project total sheet pile length used is more than 8 m, that is 12 m, the same as with cantilever sheet pile.

**Keywords:** cantilever sheet pile, anchored sheet pile, sheet pile stability, depth penetration, total sheet pile length

**Abstrak:** Pekerjaan pembangunan turap (*sheet pile*) di tepi sungai Batang Anai Kabupaten Padang Pariaman merupakan salah satu rangkaian pekerjaan untuk menormalisasi aliran sungai Batang Anai, karena Bandara Internasional Minangkabau (BIM) dibangun pada kawasan pesisir pantai yang ketinggiannya sangat rendah dari permukaan laut. Untuk mengantisipasi terjadinya kegagalan struktur turap maka harus dipastikan kestabilan turap tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kembali stabilitas turap beton pada proyek pengendalian banjir sungai Batang Anai Padang berdasarkan data hasil uji sondir dan uji laboratorium. Metode yang digunakan untuk perencanaan struktur turap adalah dengan menggunakan metode coba-coba, dimana kondisi tekanan tanah yang bekerja menggunakan teori Rankine. Hasil penyelidikan tanah berupa 4 titik sondir diketahui kedalaman tanah keras rata-rata adalah 5 m dan lapisan tanah di lokasi proyek sungai Batang Anai terdiri dari tanah pasir berlanau dan tanah pasir halus berlanau. Stabilitas turap dapat dicapai jika kedalaman pemancangan aktual 1,3 kali kedalaman teoritis dimana pada proyek ini untuk turap kantilever nilai kedalaman pemancangan turap aktual didapatkan sebesar 6,4 m dan panjang turap total 12 m. Panjang turap total yang didapatkan sama dengan panjang turap total yang digunakan di lokasi proyek. Untuk turap diangkur metode ujung bebas stabilitas turap dicapai jika kedalaman pemancangan turap aktual 2.4 m dan panjang total turap 8 m, sementara di lokasi proyek panjang turap diangkur yang digunakan besar dari 8 m yaitu 12 m sama halnya dengan turap kantilever.

**Kata kunci:** Turap kantilever, turap diangkur, stabilitas turap, kedalaman pemancangan, panjang total turap.

### PENDAHULUAN

Hujan di Kota Padang dan daerah lain di Sumatera Barat tidak mengenal musim dan setiap tahun terjadi bencana alam banjir. Salah satu kunci untuk menanggulangi bencana banjir ini adalah menormalisasi tiga sungai yang

muaranya satu, yaitu Batang Kandis, Batang Kasang, dan Batang Anai. Satu sungai terakhir berada di kawasan Kabupaten Padang Pariaman, namun dampaknya kewarga Kota Padang. Alternatif pengendalian banjir Batang Anai dan Batang Kandis yang ditawarkan adalah berupa perbaikan terhadap alur dan

tampang sungai. Untuk perbaikanampang sungai maka turap beton merupakan salah satu alternatif yang digunakan untuk melindungi tepi sungai Batang Anai. Stabilitas turap beton harus benar-benar diperhitungkan agar tidak terjadi kasus ambruknya turap tersebut.

Berikut ini adalah salah satu kasus yang sering muncul di lapangan pada konstruksi turap beton. Gambar 1 menunjukkan ambruknya turap di tepi Sungai Kapuas. Pembangunan proyek turap menjadi masalah bagi warga yang berada disekitar tepian sungai Kapuas. Warga menganggap pembangunan turap tersebut tidak memperhatikan aspek kehidupan masyarakat yang rumahnya tepat berada di pinggiransungai, kecemasan warga saat sekarang begitu dirasakan manakala aktifitas warga menggunakan air Kapuas untuk mandi seakan terhambat, karena tangga pemandian tidak dibuatkan oleh pihak pemerintah. Selain itu aliran air ke sungai tertutup dan sampah sampah tersumbat akibat dibuatnya turap. Hal lain juga dikhawatirkan bangunan-bangunan yang ada terkena dampak pembangunan tersebut.

Berdasarkan kasus ambruknya turap seperti pada Gambar 1, maka dirasa perlu untuk meninjau kembali apakah turap yang sudah terpasang pada proyek pengendalian banjir sungai Batang Anai tersebut sudah stabil sehingga perlu dilakukan studi terhadap

stabilitas turap beton pada tepi sungai Batang Anai Kabupaten Padang Pariaman.

## TINJAUAN PUSTAKA

Turap adalah dinding vertikal relatif tipis yang berfungsi kecuali untuk menahan tanah juga berfungsi untuk menahan masuknya air ke dalam lubang galian. Karena pemasangan yang mudah dan biaya pelaksanaan yang relatif murah maka turap banyak digunakan dalam pekerjaan-pekerjaan seperti penahan tebing galian sementara, bangunan-bangunan di pelabuhan, dinding penahan tanah, bendungan elak, dll. Dinding turap tidak cocok digunakan untuk menahan tanah timbunan yang sangat tinggi karena akan memerlukan luas tampang bahan turap yang besar. Selain itu dinding turap juga tidak cocok digunakan pada tanah yang banyak mengandung banyak batuan-batuan, karena menyulitkan pemancangan.

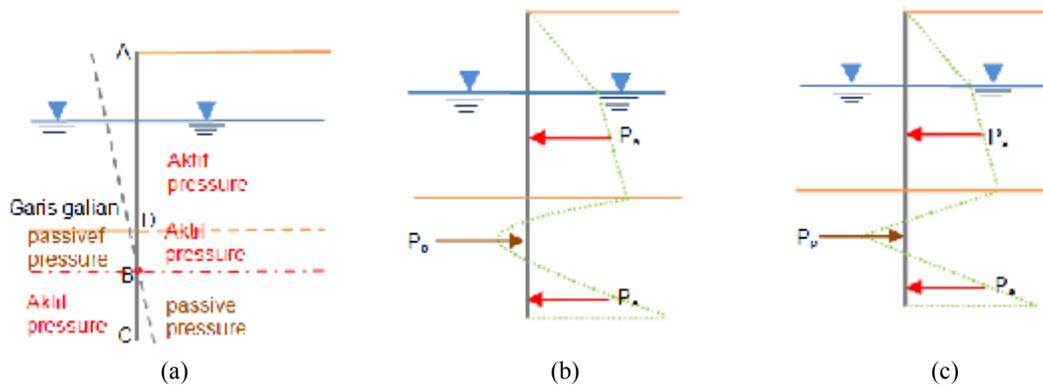
## Prinsip Umum Perancangan Turap Kantilever

Bekerjanya tekanan tanah pada dinding turap yang kaku sempurna dapat diterangkan pada Gambar 2a. Gambar 2b menunjukkan distribusi tekanan tanah *netto* (tekanan tanah aktif dikurangi tekanan tanah pasif) pada turap dan Gambar 2c adalah penyederhanaan dari Gambar 2b untuk maksud hitungan stabilitasnya.

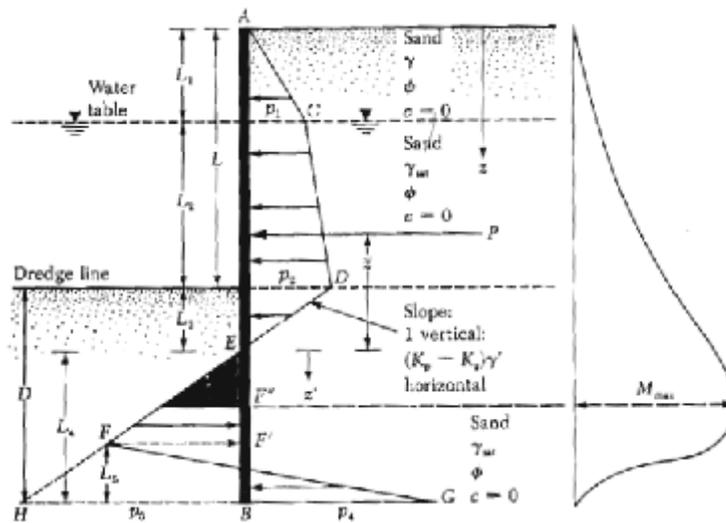


**Gambar 1.** Ambruknya turap di tepian Kapuas

(Sumber: [http://www.sinarpagine.com/fullpost/ekonomi/1380702467/pembangunan\\_turap\\_tepian\\_57\\_kapusi\\_tidak\\_perhatikan\\_lingkungan](http://www.sinarpagine.com/fullpost/ekonomi/1380702467/pembangunan_turap_tepian_57_kapusi_tidak_perhatikan_lingkungan)).



Gambar 2. Aksi tekanan tanah pada turap kantilever.



Gambar 3. Variasi momen pada turap kantilever pada tanah pasir (Sumber: *Principle of Foundation Engineering*, Braja M. Daz).

## DINDING TURAP KANTILEVER

### Dinding turap kantilever pada tanah granuler

Untuk turap yang terletak pada tanah granuler (Gambar 3), cukup beralasan bila muka air tanah mempunyai ketinggian yang sama dibagian depan dan belakang turap. Sehingga distribusi tekanan (termasuk pengaruh beban terbagi rata, dll) dapat ditentukan dari nilai  $K_a$  dan  $K_p$ . Jika faktor aman diperhitungkan maka dapat dipilih salah satu dari dua kemungkinan: (1) Mereduksi  $K_p$  (sampai 30%-50%) atau, (2) Menambah kedalaman penetrasi antara 20%-40%, ini akan menambah faktor keamanan sebesar 1,5-2.

### Dinding turap kantilever pada tanah kohesif

Perancangan turap pada tanah kohesif sangat kompleks, karena kuat geser tanah tersebut berubah dengan berjalannya waktu. Dimensi dan kedalaman dinding turap harus memenuhi syarat kuat menahan tekanan pada waktu segera setelah selesai pelaksanaan pekerjaan maupun setelah waktu yang lama, dimana kuat geser lempung telah berubah. Segera sesudah turap dipasang, dan beban tanah urug beserta beban terbagi merata telah bekerja, tekanan tanah dapat dihitung berdasarkan sudut gesek dalam ( $\phi$ ) lempung nol dan kohesi  $c = 0,5 q_u$  ( $q_u$  = kuat tekan bebas).

### Dinding turap diangkur

Untuk menahan beban lateral yang besar lebih baik jika dipakai dinding turap diangkur. Distribusi tekanan pada turap yang diangkur menjadi tidak sama dengan distribusi tekanan dinding turap kantilever.

### Metode ujung bebas

Pada metode ujung bebas (*free end method*) atau disebut juga metode tanah bebas (*free earth method*), kedalaman turap di bawah dasar galian dianggap tidak cukup untuk menahan tekanan tanah yang terjadi pada bagian atas dinding turap (Gambar 4a). Karena itu, keruntuhan terjadi oleh akibat rotasi dinding turap terhadap ujung bawahnya.

Dalam analisis stabilitas turap diangkur dengan metode ujung bebas, terdapat anggapan-anggapan sebagai berikut: (1) Turap merupakan bahan yang sangat kaku dibandingkan dengan tanah disekitarnya. (2) Kondisi tekanan tanah yang bekerja dianggap memenuhi syarat teori Rankine atau Coulomb. (3) Turap dianggap berotasi dengan bebas pada ujung bawahnya namun tidak diizinkan bergerak secara lateral di tempat angkur. Pada kapasitas ultimitnya turap runtuh akibat gerakan angkur ke arah luar.

### Metode Ujung Tetap

Metode ujung tetap (*fixed end method*) atau metode tanah tetap (*fixed earth method*) didasarkan pada pertimbangan bahwa kedalaman pemancangan turap sudah cukup dalam, sehingga tanah di bawah dasar galian mampu memberikan tahanan pasif yang cukup untuk mencegah ujung bawah turap berotasi (Gambar 4b). Metode ujung tetap terdapat anggapan sebagai berikut ini. (1) Kondisi tekanan tanah yang bekerja dianggap memenuhi Teori Rankine dan Coulomb. (2) Turap bebas berotasi, namun tidak diizinkan bergerak pada angkurnya. (3) Titik balik ditentukan dari teori elastis. (4) Diagram tahanan tanah pasif lebih dipermudah.

### Metode konstruksi turap

Dalam metode konstruksi turap terdapat beberapa cara, yaitu pertama dengan meletakkannya di dalam tanah terlebih dahulu digali lalu kemudian diisi kembali dengan tanah urugan, dan yang kedua dengan memancangkannya ke dalam tanah kemudian tanah yang di depannya digali. Dalam banyak kasus tanah urugan yang diletakkan dibelakang turap biasanya adalah tanah granular. Sementara dibawah garis penggalian bisa tanah pasir ataupun lempung.

Permukaan tanah pada sebelah dimana air berada biasanya diacu sebagai garis galian (*dredge line*). Berdasarkan hal ini terdapat dua macam metode konstruksi turap, yaitu struktur urugan (*backfilled structure*) dan struktur galian (*dredge structure*). Langkah-langkah struktur urugan diperlihatkan pada Gambar 5.

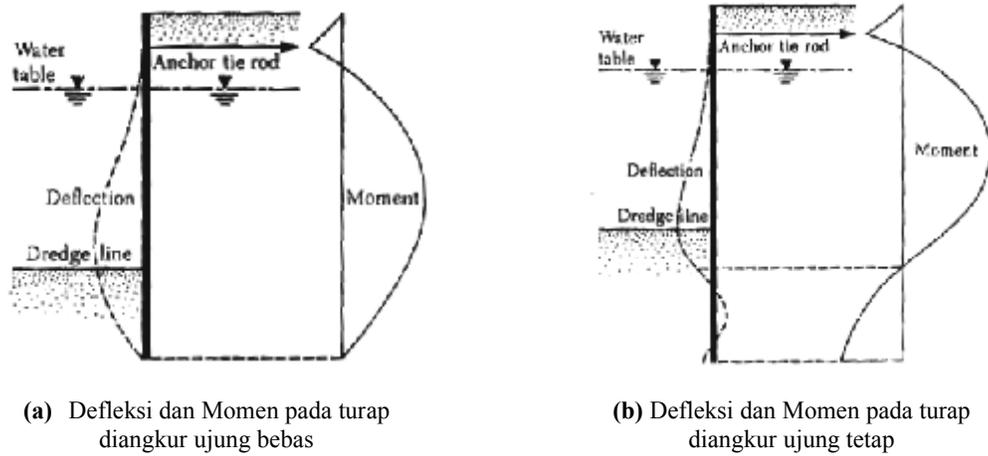
Langkah-langkah konstruksi untuk struktur urugan adalah sebagai berikut, (1) Tanah di lapangan digali mengikuti struktur yang diusulkan, (2) Pemasangan turap, (3) Mengisi tanah urugan sampai ke tingkat elevasi jangkar, (4) Mengisi tanah urugan sampai ke atas.

Untuk tipe kantilever langkah ketiga tidak digunakan

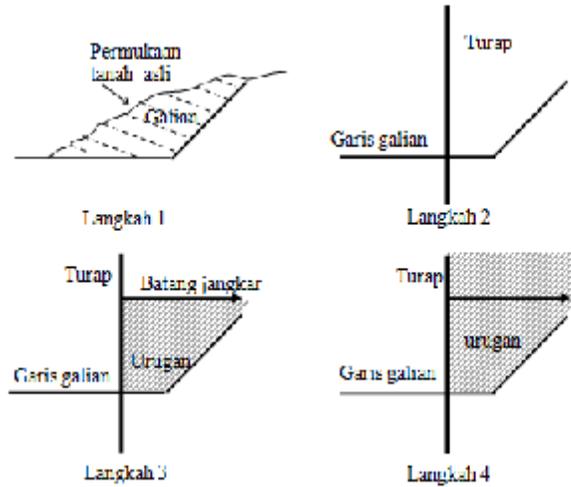
### TEKANAN TANAH AKTIF DAN PASIF MENURUT RANKINE

Rankine menyelidiki keadaan tegangan di dalam massa tanah yang berada pada kondisi keseimbangan plastis. Keseimbangan plastis adalah suatu kondisi dimana setiap titik dalam suatu massa tanah menuju proses keadaan runtuh.

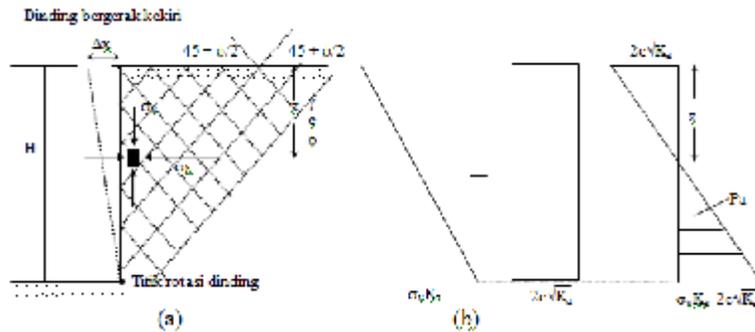
Komponen gaya-gaya yang bekerja pada turap dapat ditentukan dengan terlebih dahulu menghitung tegangan tanah lateral aktif ( $\sigma_a$ ) dan tegangan tanah lateral pasif ( $\sigma_p$ ) menggunakan Teori Rankine.



Gambar 4. Turap diangkur ujung tetap (Sumber: *Principle of Foundation Engineering*, Braja M. Daz).



Gambar 5. Langkah-langkah konstruksi struktur urugan (Sumber: *Principle of Foundation Engineering*, Braja M. Daz).



Gambar 6. Tekanan aktif Rankine (Sumber: *Principle of Foundation Engineering*, Braja M. Daz).

**Tekanan tanah aktif menurut Rankine**

Tegangan tanah aktif :

$$\sigma_a = \sigma_v K_a - 2c\sqrt{K_a} \tag{1}$$

Dimana :

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) \tag{2}$$

Gambar distribusi tekanan tanah aktif dapat dilihat pada Gambar 6. Dari Gambar tersebut terlihat bahwa tegangan pada  $z = 0$  adalah:  $\sigma_a = -2c\sqrt{K_a}$  menunjukkan tegangan tarik (*tensil stress*).

Tegangan tarik akan berkurang terhadap kedalaman dan menjadi nol pada kedalaman  $z = z_c$ .

$$\gamma z_c K_a - 2c\sqrt{K_a} = 0$$

$$z_c = \frac{2c}{\gamma\sqrt{K_a}} \tag{3}$$

Karena tegangan tarik pada tanah menyebabkan retak sepanjang permukaan tanah-dinding.

**Tekanan tanah pasif menurut Rankine**

Tegangan tanah pasif :

$$\sigma_p = \sigma_v K_p + 2c\sqrt{K_p} \tag{4}$$

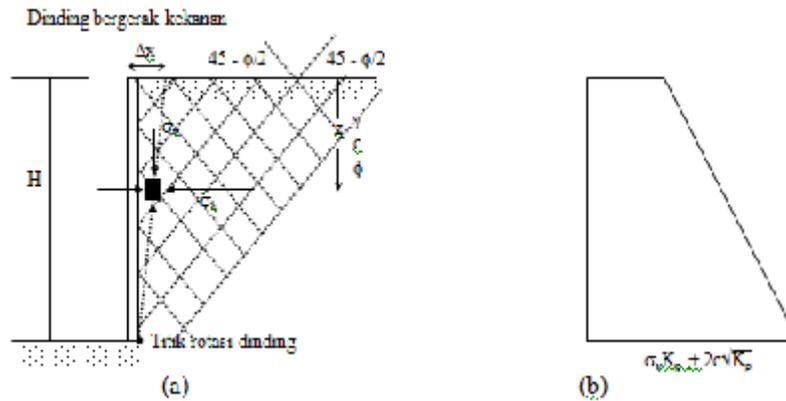
Dimana :

$$K_p = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right) \tag{5}$$

Gambar 7, menunjukkan suatu massa tanah yang dibatasi oleh dinding dengan permukaan licin.

**Nilai korelasi**

Meyerhof (1956), mengusulkan sudut gesek dalam ( $\phi$ ) tanah pasir yang didasarkan pada beberapa pengamatan di lapangan, seperti Tabel 1 dan Tabel 2



**Gambar 7.** Tekanan aktif Rankine (Sumber : *Principle of Foundation Engineering*, Braja M. Daz).

**Tabel 1.** Hubungan kerapatan relatif ( $D_r$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ) tanah pasir dari penyelidikan di lapangan (Meyerhof, 1956)

Kondisi	Kerapatan relatif ( $D_r$ )	N- SPT	Sondir (CPT) $q_c$	( $\phi^\circ$ )
Sangat tidak padat (lepas)	<0,2	<4	<20	<30
Tidak padat	0,2-0,4	4-10	20-40	30-35
Agak padat	0,4-0,6	10-30	40-120	35-40
Padat	0,6-0,8	30-50	120-200	40-45
Sangat padat	>0,8	>50	>200	>45

**Tabel 2.** Nilai korelasi kepadatan tanah N-SPT,  $\gamma$  dan  $\phi$  (*Foundation and soil Mechanic*, Muni Budhu)

N	N <sub>60</sub>	Compactness	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Dr(%)	$\phi'$ (°)
0-4	0-3	Sangat tidak padat (lepas)	11-13	0-20	26-28
4-10	3-9	Tidak padat (lepas)	14-16	20-40	29-34
10-30	9-25	Agak padat	17-19	40-70	35-40*
30-50	25-45	Padat	20-21	70-85	38-45*
>50	>45	Sangat padat	>21	>85	>45*

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di sungai Batang Anai Kabupaten Padang Pariaman (*Project Urban Flood System Improvement in Selected Cities Sub-Project River Improvement of Lower Reaches of Anai river Padang Package-1*). Adapun langkah-langkah penelitian adalah: (1) Survei lapangan, survei lapangan digunakan untuk menentukan lokasi pengujian dan pengambilan sampel tanah. Gambar 8 menunjukkan lokasi penelitian di tepi sungai Batang Anai. (2) Pengumpulan data lapangan berupa: (a) Data profil turap di lapangan, pada proyek ini profil turap yang digunakan adalah *Corrugated Prestressed Concrete Sheet Pile (CPC Sheet Pile) type W-350-A-100 B*. (b)

Data kedalaman dasar sungai, kedalaman muka air sungai di kedua sisi dinding, kedalaman pemancangan turap di lapangan dan metoda konstruksi turap di lapangan. (3) Uji lapangan berupa: (a) Pengambilan sampel tanah asli (*Hand Boring*) pada titik 22, titik 23, titik 54 dan titik 55 (Gambar 8), (b) Uji sondir (*CPT, Cone Penetration Test*) pada titik 22, titik 23, titik 54 dan titik 55 (Gambar 8). (4) Pengujian Laboratorium berupa: (a) Uji berat volume tanah, kadar air tanah, analisa saringan, uji batas-batas konsistensi Atterbergh, (b) Uji geser langsung (*direct shear test*). (5) Perhitungan kedalaman pemancangan turap dan panjang turap total berdasarkan hasil uji sondir dan uji laboratorium.



**Gambar 8.** Lokasi penelitian sungai Batang Anai Kabupaten Padang Pariaman



(a) Turap sebelum di urug

(b) Turap setelah di urug dengan pasir

**Gambar 9.** Kondisi turap eksisting

Gambar 9a menunjukkan kondisi pemasangan turap di lapangan sebelum diberi urugan pasir. Gambar 9b adalah kondisi setelah diberi urugan pasir sedalam 1,4 m. Penggunaan urugan pasir dimaksudkan untuk mereduksi beban pada turap yang terlalu besar atau dengan kata lain untuk mengurangi tekanan tanah lateral. Pada proyek ini tanah aslinya merupakan tanah pasir berlanau dengan kuat geser yang rendah, tanah asli tersebut digali sedalam 1,4 m dan diganti dengan tanah pasir yang memiliki kuat geser yang lebih baik

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Uji Lapangan (Uji Sondir)

Uji sondir dilakukan pada 4 titik dimana titik 22 dan titik 23 saling berdekatan dan berjarak 50

cm (Gambar 8), sedangkan titik 54 dan 55 juga saling berdekatan dan berjarak 50 cm. Uji sondir dilakukan pada jarak kira-kira 5 m dari tepi sungai (Gambar 10) pada setiap titik pengujian. Hal ini dilakukan karena pada jarak tersebut akan dilakukan penggalian sedalam 1,4 m dan setelah itu baru dilakukan pemancangan turap.

Hasil uji sondir yang dilakukan di lapangan pada 4 titik pengujian dapat dilihat pada Tabel 3. Nilai  $q_c$  diambil berdasarkan  $q_c$  rata-rata pada kedalaman 0 – 1,4 m, 1,6 m – 4,8 m dan > 4,8 m. Propertis tanah ditentukan berdasarkan korelasi dari Tabel 1 dan Tabel 2. Hasil korelasi propertis tanah dapat dilihat pada Tabel 3.



**Gambar 10.** Uji sondir (CPT) pada lokasi proyek pengendalian banjir sungai Batang Anai

**Hasil uji Laboratorium**

Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Unand Padang. Untuk tanah asli contoh tanah tak terganggu (*undisturbed*) diambil dengan menggunakan tabung sampling pada kedalaman

0,4m-0,8m. Rekapitulasi hasil pengujian laboratorium dapat dilihat pada Tabel 4. Dari Tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa jenis tanah di daerah sungai Batang Anai didominasi oleh tanah pasir yaitu tanah pasir berlanau (untuk titik 22 dan 23) dan tanah pasir halus berlanau (titik 54 dan 55) pada Gambar 8.

**Tabel 3.** Rekapitulasi hasil uji sondir (CPT) dan korelasi dari CPT terhadap nilai parameter tanah

Titik	Kedalaman lapisan tanah, (m)	$q_c$ (rata-rata), (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
22	0-1,4 (H <sub>1</sub> )	15	26	13
	1,6 -4,8(H <sub>2</sub> )	88,12	35	19
	>4,8	>140	38	21
23	0-1,4 (H <sub>1</sub> )	30	29	16
	1,6 -5,2 (H <sub>2</sub> )	65,79	35	19
	>5,2	>145	38	21
54	0-1,4 (H <sub>1</sub> )	9,29	26	13
	1,6 -4,8 (H <sub>2</sub> )	58,17	35	19
	>4,8	>145	38	21
55	0-1,4 (H <sub>1</sub> )	35	29	16
	1,6 -5 (H <sub>2</sub> )	63,61	35	19
	>5	>135	38	21

**Tabel 4.** Rekapitulasi hasil uji laboratorium

Jenis pengujian	Titik 22	Titik 23	Titik 54	Titik 55
Uji sifat fisik tanah				
Kadar air (w), %	24,47	37,32	39,80	66,24
Berat volume ( $\gamma$ ), gr/cm <sup>3</sup>	1,83	1,84	1,72	1,59
Analisa saringan				
% lolos # 4	88,53	100	99,87	99,97
% lolos # 40	70,83	97,80	92,57	96,53
% lolos # 200	21,33	39,33	78,03	72,53
Uji batas-batas Atterbergh				
Batas cair (LL),%	36,88	24,07	38,30	35,27
Batas Plastis (PL), %	35,32	23,95	30,64	32,66
Index Plastisitas (PI), %	1,56	0,12	7,662	2,61
Uji geser langsung				
Kohesi (c), kg/cm <sup>2</sup>	0,09	0,02	0,13	0,15
Sudut geser dalam ( $\phi$ ), °	33,41	33,97	26,16	22,84
Klasifikasi USCS	Pasir berlanau (SM)	Pasir berlanau (SM)	Pasir halus berlanau (ML)	Pasir halus berlanau (ML)

**Hasil perhitungan kedalaman pemancangan dan panjang turap total**

**Kedalaman pemancangan dan panjang total turap kantilever berdasarkan data sondir**

Gambar 11a menunjukkan tipikal penampang turap berdasarkan kondisi di lapangan sedangkan Gambar 11b adalah diagram tekan tanah pada turap kantilever.

Untuk menentukan kedalaman pemancangan turap ( $Z$ ) maka beban merata ( $q$ ) akibat beban timbunan tanah yang ekuivalen dengan beban kendaraan yaitu  $q = 10 \text{ kN/m}^2$  digunakan dalam perhitungan.

Kedalaman dasar sungai diketahui dilapangan adalah 5,6 m, sehingga kedalaman  $H_3$  dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$H_3 = 5,6 - (H_1 + H_2) \tag{5}$$

Dimana:

$H_1$  = tinggi muka air dari permukaan tanah (Tabel 3)

$H_2$  = tinggi antara muka air dengan dasar galian (Tabel 3)

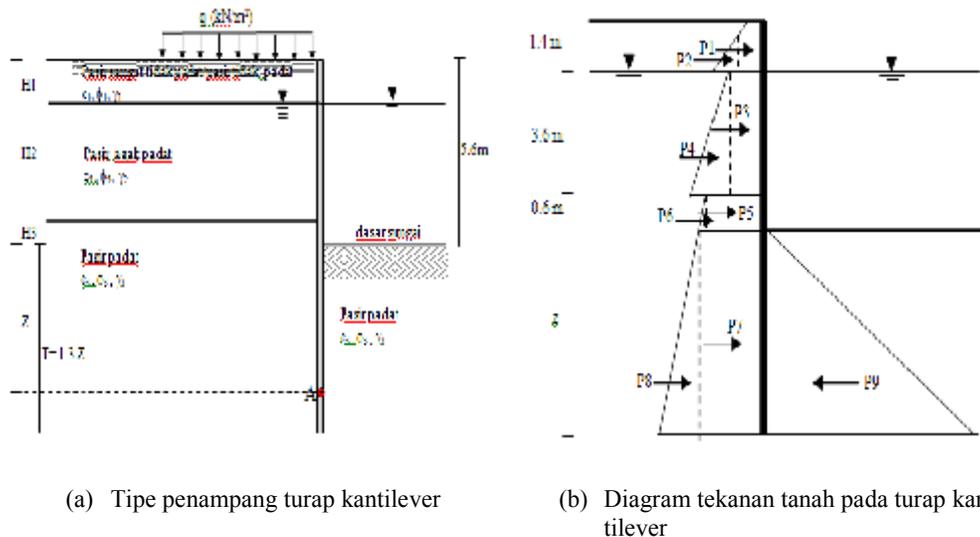
Hasil perhitungan perencanaan turap dengan menggunakan data sondir dapat dilihat pada Tabel 5.

Dari Tabel 5 terlihat bahwa nilai parameter kuat geser tanah ( $c$  dan  $\phi$ ) serta berat volume efektif ( $\gamma'$ ) dan beban luar ( $q$ ) sangat mempengaruhi stabilitas turap, dimana makin kecil nilai kuat geser tanah maka kedalaman pemancangan turap yang dibutuhkan makin besar, sebaliknya makin besar nilai berat volume efektif tanah dan beban merata yang digunakan maka kedalaman pemancangan turap juga akan semakin besar. Ini berarti bahwa turap akan stabil bila dipancangan pada tanah yang memiliki kuat geser yang tinggi serta berat volume efektif dan beban merata yang kecil.

Sehingga pada proyek pengendalian banjir sungai Batang Anai untuk meningkatkan stabilitas turap maka tanah lapisan 1 diganti dengan tanah pasir yang lebih baik sedalam 1,4 m yang memiliki sudut geser dalam yang besar dan tidak dipadatkan supaya berat volume kecil untuk meningkatkan stabilitas turap.

Dari Tabel 5 tersebut juga dapat disimpulkan bahwa panjang turap yang didapatkan dari hasil perhitungan pada titik 23 yaitu 11,29 m  $\approx$  12 m.

Hasil perhitungan menggunakan data sondir ini memiliki hasil yang sama dengan yang digunakan di lapangan dimana panjang turap yang digunakan di lapangan yaitu 12 m dengan kedalaman pemancangan turap 6,4 m.



**Gambar 11.** Turap kantilever

**Kedalaman pemancangan dan panjang total turap kantilever berdasarkan data laboratorium**

Perencanaan turap berdasarkan data laboratorium maka hasilnya dapat dilihat pada Tabel 6. Dari Tabel 6 terlihat bahwa dari 4 lokasi pengambilan contoh tanah maka sampel

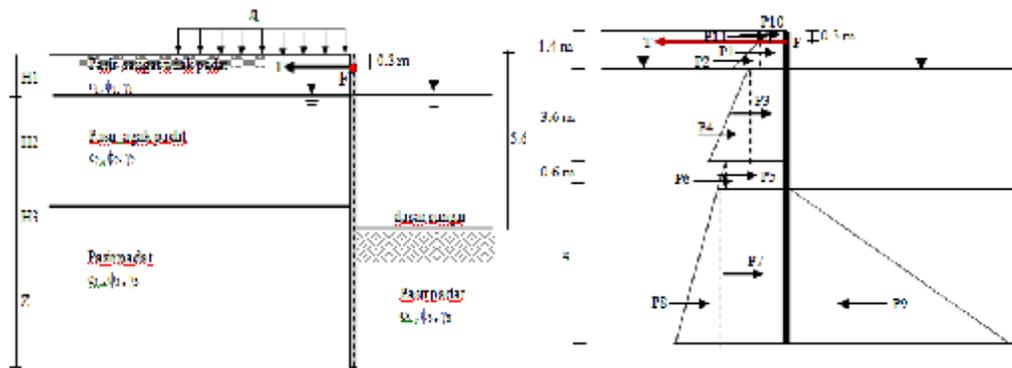
pada titik 23 juga direkomendasikan sebagai panjang turap rencana yaitu 11,26 m atau bila dibulatkan panjang turap adalah 12 m. Hasil perhitungan menggunakan data laboratorium ini memiliki panjang yang sama dengan yang digunakan di lapangan yaitu 12 m.

**Tabel 5.** Kedalaman teoritis, kedalaman aktual dan panjang turap kantilever berdasarkan data uji sondir

Titik	Kedalaman teoritis, Z (m)	Kedalaman aktual, T (m)	Panjang turap, L (m)
22	4,23	5,5	11,1
23	4,38	5,69	11,29
54	4,23	5,5	11,1
55	4,37	5,68	11,28

**Tabel 6.** Hasil perhitungan panjang turap kantilever berdasarkan data uji laboratorium

Titik	Kedalaman teoritis, Z (m)	Kedalaman aktual, T (m)	Panjang turap, L (m)
22	3.95	5.14	10.74
23	4.35	5.66	11.26
54	3.61	4.69	10.29
55	3.31	4.3	9.9



(a) Typical penampang turap diangkur (b) Komponen gaya gaya yang bekerja  
**Gambar 12.** Turap diangkur

**Tabel 7.** Hasil perhitungan panjang turap diangkur berdasarkan data uji sondir

Titik	Kedalaman teoritis, Z (m)	Kedalaman aktual, T (m)	Panjang turap, L (m)
22	1,56	2,03	7,63
23	1,63	2,12	7,72
54	1,56	2,03	7,63
55	1,62	2,11	7,71

### Kedalaman pemancangan dan panjang total turap diangkur berdasarkan data sondir

Gambar 12 menunjukkan tipikal turap diangkur berdasarkan kondisi di lapangan dimana kedalaman angkur dari muka tanah adalah 0,3 m.

Perhitungan kedalaman pemancangan turap diangkur menggunakan metode ujung-bebas (*Free earth support*).

Hasil perhitungan perencanaan turap diangkur dengan menggunakan data sondir dapat dilihat pada Tabel 7, terlihat bahwa kedalaman pemancangan turap aktual terdapat pada titik 23 dimana panjang aktual maksimum adalah 2,12 m dengan panjang turap total adalah 7,72 m  $\approx$  8 m. Hasil ini memiliki selisih yang cukup jauh bila dibandingkan dengan yang digunakan di lapangan yaitu 12 m.

### Kedalaman pemancangan dan panjang total turap diangkur berdasarkan data uji Laboratorium

Untuk perencanaan turap berdasarkan data laboratorium hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 8. Dari Tabel tersebut terlihat bahwa dari 4 lokasi pengambilan contoh tanah maka sampel pada titik 23 direkomendasikan untuk perencanaan turap karena memiliki kuat geser terendah untuk mempertimbangkan kondisi kritis.

Dari hasil perhitungan untuk turap diangkur metoda ujung bebas didapatkan kedalaman aktual 2,18 m dan sebagai panjang turap total 7,78 m atau bila dibulatkan panjang turap total adalah 8 m dan kedalaman pemancangan turap aktual menjadi 2,4 m.

Hasil perhitungan menggunakan data laboratorium ini memiliki selisih 4 m bila dibandingkan dengan yang digunakan di lapangan dimana kedalaman turap total adalah 12 m.

Dari Tabel 7 dan Tabel 8 dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan dengan menggunakan data sondir sama dengan data laboratorium yaitu panjang turap 8 m untuk turap diangkur. Dari segi stabilitas penggunaan turap diangkur

dengan panjang 12 m tidak menjadi masalah, tapi dari segi biaya menjadi kurang ekonomis.

**Tabel 8.** Hasil perhitungan panjang turap diangkur berdasarkan uji laboratorium

Titik	Kedalaman teoritis, Z (m)	Kedalaman aktual, T (m)	Panjang turap, L (m)
22	1,66	2,15	7,75
23	1,68	2,18	7,78
54	1,63	2,12	7,72
55	1,6	2,08	7,68

### KESIMPULAN

Kesimpulan yang bisa diambil dari studi pada proyek pengendalian banjir dan perbaikan sungai Batang Anai ini adalah sebagai berikut. (1) Berdasarkan nilai  $q_c$  dari hasil uji sondir maka tanah di daerah sungai Batang Anai termasuk jenis tanah pasir lepas sampai pasir padat, sedangkan berdasarkan klasifikasi USCS jenis tanah di daerah Batang Anai adalah pasir berlanau dan pasir halus berlanau, kedua pengujian menunjukkan jenis tanah yang sama yang didominasi oleh tanah pasir. (2) Stabilitas turap kantilever dapat tercapai bila kedalaman pemancangan turap aktual 6,4 m dan panjang turap total adalah 12 m, Hasil perhitungan menggunakan data laboratorium dan data sondir ini memiliki kedalaman aktual dan panjang total yang sama dengan yang digunakan di lapangan yaitu 12 m. (3) Stabilitas turap diangkur berdasarkan uji sondir dan uji laboratorium dapat dicapai jika kedalaman pemancangan aktual 2,4 m dan panjang total turap 8 m. hasil ini berbeda dengan turap diangkur yang digunakan di lapangan dimana perencanaan *over* desain dengan kedalaman pemancangan aktual 6,4 m dan panjang turap total 12 m.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Fakultas Teknik Universitas Andalas Padang atas bantuan dana penelitian yang dibiayai dana DIPA Universitas Andalas Tahun anggaran 2014 dengan surat perjanjian pelaksanaan penelitian No. 29/PL/SPK/PNP/FT-Unand 2014, Tanggal 25 April 2014.

## DAFTAR PUSTAKA

- A. B. Muhiddin, Abd. R. Djmaluddin, N. Alam, 2012, Penelitian Kedalaman Turap berjangkar sebagai Penahan Tanah Timbunan Pada Perumahan The Mutiara. *Jurnal Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Universitas Hasanudin*, Makasar.
- Alexander S., Gandi S., 2012, Studi Penanggulangan Longsor Tebing Sungai Barito Desa Montallat Kabupaten Barito Utara Kalimantan Tengah, *Proceedings 16th Annual Scientific Meeting*, ISBN No. 978-602-17221-07, Jakarta.
- Eriza, C., Istiarto, Sujono, Joko., 2008, Unjuk Kinerja Alternatif Pengendalian banjir Batang Anang dan Batang Kandis Sumatera Barat, *Forum Teknik Sipil No. XVIII/2-Mei 2008*.
- Hardiyatmo, H., C., 2008, *Teknik Fondasi 2, cetakan ke 4*, Beta Offset Perum FT-UGM No 3 Seturan YK, Yogyakarta
- Hardiyatmo, H., C., 2007, *Mekanika Tanah II, edisi IV*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Das, B. M (Noor Endah, Indrasurya B. Mochtar), 1994, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid II Cetakan Pertama*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Das, B., M., 1990, *Principles Of Foundation Engineering Second Edition*, PWS-Kent Publishing Company Boston.
- Ambruknya turap di tepian Kapuas (Sumber :[http://www.sinarpaginews.com/fullpost/ekonomi/1380702467/pembangunan\\_turap\\_tepian\\_67\\_kapusi\\_tidak\\_perhatikan\\_lingkungan](http://www.sinarpaginews.com/fullpost/ekonomi/1380702467/pembangunan_turap_tepian_67_kapusi_tidak_perhatikan_lingkungan)).