

STUDI PERILAKU DEFORMASI LATERAL TURAP DI ANGKUR (ANCHORED SHEET PILE) DI LERENG SUNGAI KAPUAS

Muhammad Arif Rifaldi ¹⁾, Eka Priadi ²⁾, Aprianto ³⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura Pontianak

^{2,3)}Dosen Prodi Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura Pontianak

Email : ghost_urukioora@student.untan.ac.id

ABSTRAK

Dinding penahan tebing menggunakan Turap diangkur (*Anchored Sheet Pile*) selain dirancang menahan beban aksial, juga harus dirancang dengan memperhitungkan beban lateral yang antara lain berupa tekanan tanah pada *sheet pile* dan beban benturan dari kapal. *Sheet pile* adalah suatu konstruksi yang berupa lembaran beton pracetak menerus yang dibuat dengan cara menyambung potongan – potongan yang saling terkait yang bertujuan untuk menahan gaya horizontal akibat tekanan tanah dan air. Selain berfungsi untuk menahan tanah, *sheet pile* diangkur juga berfungsi untuk menahan masuknya air ke dalam lubang galian sehingga cocok digunakan di daerah pesisir laut atau sungai. Penelitian ini dilakukan pada pengerjaan *sheet pile* yang diperkuat dengan jangkar sebagai penahan tebing Sungai yang dilakukan di sisi Sungai kapuas Jl.Adi Sucipto, Kabupaten Kubu Raya. Pekerjaan ini telah selesai dan pekerjaan pengurukan dilakukan di sisi tebing Sungai Kapuas, Mako Brimob Polda KALBAR Kabupaten Kubu raya. Sebagai hasil dari pekerjaan, bagian dari tumpukan lembaran *sheet pile* telah bergerak ke arah sungai atau terlihat miring dan bagian lainnya masih berdiri tegak. Dampak pengurukan terhadap bangunan mengakibatkan pergerakan lateral atau deformasi ke arah Sungai kapuas namun struktur bangunan tidak rusak. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan metode elemen hingga menggunakan *software Plaxis 8.6 software lpile ensoft* dan analisis manual.

Kata-kata kunci: *Anchored Sheet Pile, Deformasi Lateral, gaya Lateral, Plaxis 8.6, Urugan Pasir.*

ABSTRACT

Cliff retaining walls using anchoring retaining walls in addition to being designed to withstand axial loads, must also be designed taking into account lateral loads, among others, in the form of soil pressure on the pavement and impact loads from ships. Retaining walls are constructions in the form of continuous precast concrete slabs made by joining interlocking pieces that aim to withstand horizontal forces due to soil and water pressure. In addition to functioning to hold the ground, anchoring retaining walls also serve to hold the entry of water into the dug hole so that it is suitable for use in coastal areas of the sea or river. This study was conducted on the construction of retaining walls that are reinforced with term as retaining River cliffs conducted on the kapuas River side Jl.Adi Sucipto, Kubu Raya Regency. This work has been completed and backfilling work was carried out on the cliff side of the Kapuas River, Mako Brimob Polda KALBAR Kubu raya regency.As a result of the work, part of the sheet pile sheet pile has moved towards the river or looks tilted and the other part is still standing upright. The impact of backfill on the building resulted in lateral movement or deformation towards the kapuas River but the structure of the building was not damaged. This analysis was performed using finite element method using Plaxis 8.6 software lpile ensoft software and Manual analysis. This analysis was done by finite element method using Plaxis 8.6 lpile ensoft software and manual analysis.

Keyword : *Anchored Sheet Pile, Lateral Deformation, Lateral style, Plaxis 8.6, sand fill.*

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sungai Kapuas merupakan fenomena alam yang menjadi simbol kota Pontianak, kawasan ini memiliki daya tarik tersendiri bagi penduduk lokal dan sekitarnya. Perkembangan kota Pontianak berawal dari keberadaan sungai sebagai sumber kehidupan kota serta telah mengalami perkembangan dan pertumbuhan serta akan terus bertambah seiring dengan pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan perkotaan. *Sheet pile* mengacu pada struktur yang dirancang dan dapat menahan tekanan tanah secara

lateral (*horizontal*). Tekanan tanah *horizontal* di belakang dinding tergantung pada sudut geser tanah, serta kohesi (gaya tarik-menarik antar partikel tanah). Tekanan lateral bekerja di *sheet pile* dari atas ke paling bawah. Ketika pekerjaan pemancangan tidak direncanakan dengan benar, tekanan tanah dapat menyebabkan konstruksi pemancangan yang akan menyebabkan kegagalan konstruksi dan tanah longsor.

Penelitian ini dikerjakan pada turap beton pracetak berjangkar pada tebing sungai di lereng Sungai Kapuas Jl.Adi Sucipto Kabupaten Kubu Raya. Pekerjaan ini telah selesai dan dilanjutkan pekerjaan penimbunan pasir di belakang *sheet pile* dengan jangkar disisi tebing Sungai

kapuas. Akibat pengerjaan tersebut, sebagian *sheet pile* bergerak ke arah sungai (terlihat miring) dan sebagian *sheet pile* masih berdiri seajar.

Identifikasi Masalah

Dari peninjauan dilapangan dijumpai beberapa hal :

1. Sebagian lembaran turap penahan tebing sungai telah mengalami deformasi.
2. Sebagian lembaran turap mengalami pergeseran posisi, tetapi tidak terdapat kerusakan pada struktur papan *sheet pile* itu sendiri.

Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, rumusan permasalahan penelitian ini dapat dikemukakan sebagai berikut :

1. Adanya deformasi struktural turap beton karena pengisian pasir. ?
2. Berapa besarnya deformasi gaya lateral yang terjadi pada turap diangkur.?

Tujuan Penelitian

Ada juga tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui jarak deformasi lateral yang terjadi pada struktur turap.
2. Melakukan analisis atau kajian deformasi lateral yang terjadi pada struktur bangunan turap.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. Menambah pengetahuan mengenai program *Plaxis* sebagai perangkat lunak geoteknik buat melakukan simulasi terhadap sikap tanah.
2. Menyampaikan ilustrasi perilaku struktur turap di lokasi penelitian yang dapat dijadikan acuan pada pengembangan fasilitas sarana dan prasarana di Sungai Kapuas di kemudian hari.

Batasan Penelitian

Buat memperkecil lingkup pembahasan dan menyesuaikannya menggunakan hal-hal pokok berupa latar belakang, tujuan penulisan, serta manfaat penulisan maka ditentukan batasan penelitian yang akan menjadi tujuan penulisan ini. Disamping itu batasan persoalan juga berfungsi mencegah pembahasan melenceng atau menyimpang berasal hal-hal utama yang telah disebutkan sebelumnya.

Batasan permasalahan penulisan ini terdiri akan :

1. Lokasi penelitian terletak di Jalan Adi Sucipto, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. Untuk peta situasi lokasi penelitian dapat terlihat pada Gambar 1.
2. Struktur turap yang dilihat adalah dinding turap yang berada di lereng Sungai Kapuas.
3. Analisis stabilitas *sheet pile* dengan pengaruh gaya lateral.
4. Data yang dimiliki dari hasil investigasi lapangan yaitu data Sondir (*SPT*).

5. Penguatan tebing yang digunakan adalah dinding penahan *CPC (Corrugated Prestressed Concrete)* di angkur.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di asrama Mako Brimob, Jl. Adi Sucipto, Kabupaten Kubu Raya, Provinsi Kalimantan Barat, secara geografis terletak di - 0.06669294061096369, 109.37512149840812 / 0° 04' 00.1" S - 109° 22' 30.6" E.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Turap Brimob
(Sumber: Google Maps, 2023)

Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan mengumpulkan informasi dan dokumentasi dari :

1. Data sifat-sifat fisik tanah yang berkaitan dengan hasil pemeriksaan laboratorium yang dilakukan sebelumnya.
2. Data pemadatan tanah.
3. Data sondir *SPT (Standard Penetration Test)* dan data pengeboran dalam (*deep drilling*).
4. Gambar Perencanaan bangunan.

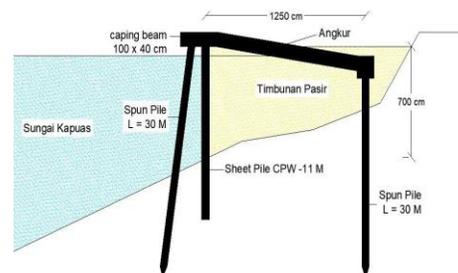
Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan melakukan pengujian langsung di laboratorium mekanika tanah :

1. Data geser langsung (*direc shear*).

Pemodelan Lereng dan *Sheet Pile*

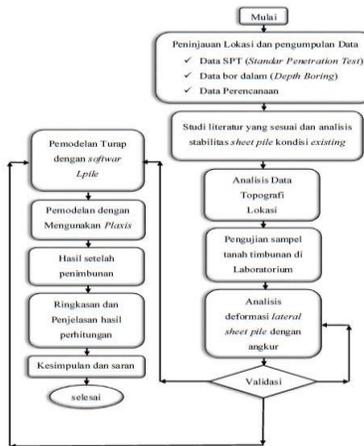
Melakukan analisis stabilitas kemiringan lereng pada perangkat lunak (*Software*) perlu dilakukan peninjauan di lapangan dan pemodelannya. Geometri *sheet pile* yang disesuaikan kemiringannya dengan bentuk kemiringan tanah sehingga diperoleh pemodelan geometri lereng dan deformasinya.



Gambar 2. Pemodelan bangunan turap tampak samping

Struktur turap terdiri dari beton *sheet pile* tipe W-325 A-1000 dengan panjang 11 m, didukung oleh tiang pancang vertikal dan tiang pancang miring dengan ukuran OD-500 mm panjang 30 m, dimana bagian atasnya ditutup dengan balok penutup (*capping beam*) beton dengan ukuran, lebar 65 cm x tinggi 40 cm. mutu beton papan turap K-700 dan tiang pancang K-600, sedangkan balok *capping beam* adalah K-250. Tumpukan lembaran beton pracetak dipancang ke tanah hingga kedalaman 4 m, sedangkan tiang pancang tertanam kedalaman 23 m.

Pekerjaan Turap Beton Penahan Tebing Sungai dilakukan di bantaran sungai Kapuas, Kabupaten Kubu Raya. Pekerjaan ini selesai dilaksanakan pada akhir tahun 2021 dalam kondisi baik pada Januari 2022, oleh pemerintah daerah dilakukan pekerjaan penimbunan pasir di balik tembok turap di lereng sungai Kapuas. Konsekuensi dari pekerjaan ini, beberapa lembaran turap bergerak menuju sungai atau terlihat miring namun bagian lembaran turap lainnya masih berdiri seajar.

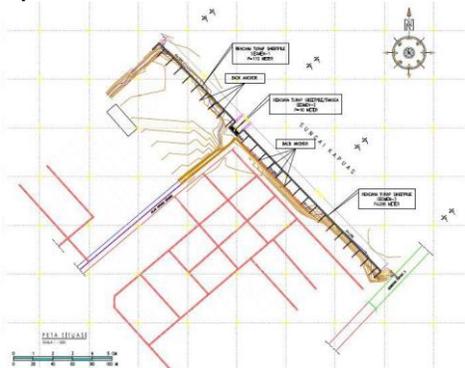


Gambar 3. Alur Penelitian

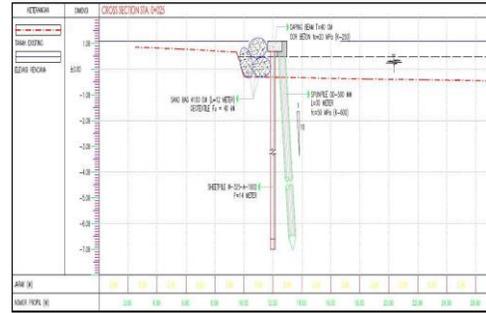
III. HASIL DAN ANALISIS

Analisis Data Topografi

Hasil survei topografi berupa gambaran situasi dan beberapa penampang yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan 5. Dari Gambar 4 dapat dilihat letak penelitian yang ditunjukkan dengan daerah yang bergaris, sedangkan Gambar 5 menunjukkan penampang dasar sungai yang terletak pada kedalaman 7 m.



Gambar 4. Peta Situasi Topografi Mako Brimob Kalbar



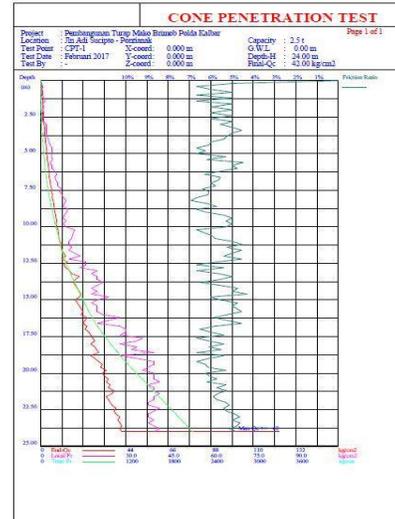
Gambar 5. Potongan tampak samping Sungai Kapuas dengan Turap

Analisis Data Mekanik

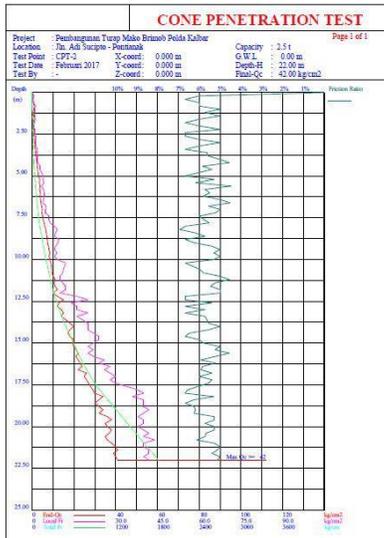
Sondir atau Dutch Cone Penetrometer

Pekerjaan pengklasifikasian tanah menggunakan alat sondir atau Static-CPT dilakukan dengan menggunakan mesin *Dutch Cone Penetrometer* Standar ASTM D344-79 berkapasitas 2,5 ton dilengkapi dengan alat kerucut ganda (diameter kerucut $D_b = 3,57$ cm; diameter selimut $D_a = 3,57$ cm; panjang selimut $L = 10$ cm), *plunger* dengan diameter asli 3,57 cm dan manometer kapasitas 0-60 kg/cm² dan 0-250 kg/cm². Alat *Biconus* ini berfungsi untuk menentukan nilai tekanan ujung *conus* (q_c) dan lokal gesekan (L_f). *Dial* bacaan manometer dilakukan dengan jarak kedalaman 20 cm dan sampai bacaan menunjukkan $q_c > 250$ kg/cm² atau sampai kedalaman maksimal 20 m. Pekerjaan sondir akan dihentikan pada kedalaman berikut :

1. Jika pembacaan pada *pressure gauge* tiga kali berturut menunjuk kan nilai $>$ dari 150 kg/cm².
2. Jika alat sondir sudah mulai terangkat tetapi pembacaan tekanan belum menunjukkan angka maksimal, alat sondir harus diberi beban.



Gambar 6. Chart sondir CPT – 1



Gambar 7. Chart sondir CPT – 2

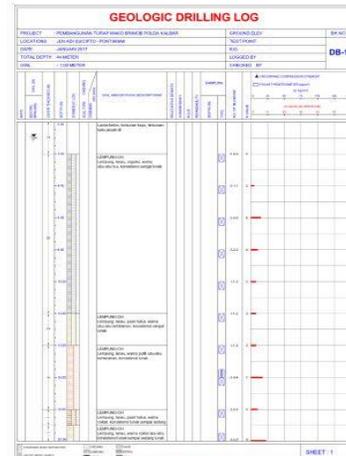
Bor Mesin (Deep Boring)

Maksud dan tujuan adalah untuk mencari data - data mengenai tanah bawah permukaan atau batuan dasar. Khusus untuk pekerjaan perencanaan pemboran ini dilakukan sampai pada kedalaman mencapai tanah keras atau batuan dasar, sedangkan untuk penentuan titik lokasi pemboran inti disesuaikan dengan kondisi konstruksi yang akan dibangun.

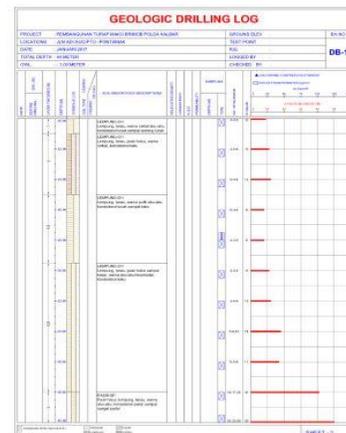
Pengambilan sampel tanah untuk keperluan laboratorium dapat dilakukan dalam bentuk sampel yang terganggu untuk mengetahui batas uji konsistensi, kadar air dan lain sebagainya. Sedangkan untuk mencari nilai sudut geser (ϕ), kohesi (c), tekanan pori air, permeabilitas pada tanah dan konsolidasi granuler, diperlukan sampel tanah yang tidak terganggu, sampel tersebut diambil dengan menggunakan tabung besi.

Peralatan yang digunakan :

- Mesin bor merek Koken
- *Extension rod* \varnothing 2 1/2" dengan panjang masing-masing 3 meter
- *Split spoon* SPT
- Mata bor (*chopping bit*)/*core barrel*
- Mesin pompa air, Sunchin type YT.20
- Kunci-kunci pipa (gastong)
- Prosedur : ASTM Method D 1452-65 Pengambilan sampel
- Prosedur : ASTM Method D 1452 – 65
- Tabung baja tipis (*single/double core barrel*) \varnothing dalam 63 mm dan \varnothing luar 2" mm tebal 1,2 - 1,65 mm.
- Label, data *sheet*, *parafin*.



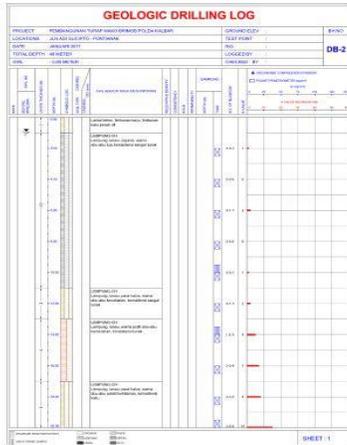
Gambar 8. Chart bor log DB – 1



Gambar 9. Chart bor log DB – 1



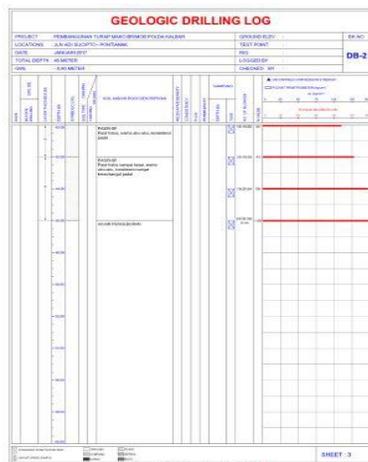
Gambar 10. Chart bor log DB – 1



Gambar 11. Chart bor log DB – 2



Gambar 12. Chart bor log DB – 2



Gambar 13. Chart bor log DB – 2

Titik bor DB-1

Kedalaman 0,00 – 2,00 meter
 Berupa Lantai beton, timbunan kayu, timbunan batu pecah dll
 N-SPT : 0 – 0

Kedalaman 2,00 – 12,00 meter
 Berupa LEMPUNG-CH Lempung, lanau, organis, warna abu-abu tua, konsistensi sangat lunak
 N-SPT : 0 – 3

Kedalaman 12,00 – 14,00 meter
 LEMPUNG-CH Lempung, lanau, pasir halus, warna abu-abu kehitaman, konsistensi sangat lunak
 N-SPT : 3 – 3

Kedalaman 14,00 – 18,00 meter
 LEMPUNG-CH Lempung, lanau, warna putih abu-abu kemerahan, konsistensi lunak
 N-SPT : 3 – 4

Kedalaman 18,00 – 20,00 meter
 LEMPUNG-CH Lempung, lanau, warna coklat abu-abu, konsistensi lunak sampai sedang lunak
 N-SPT : 4 – 9

Kedalaman 20,00 – 25,00 meter
 LEMPUNG-CH Lempung, lanau, pasir halus, warna coklat, konsistensi kaku
 N-SPT : 9 – 12

Kedalaman 25,00 – 29,00 meter
 LEMPUNG-CH Lempung, lanau, warna putih abu-abu, konsistensi lunak sampai kaku
 N-SPT : 12 – 11

Kedalaman 29,00 – 38,00 meter
 LEMPUNG-CH Lempung, lanau, pasir halus sampai kasar, warna abu-abu kecoklatan, konsistensi kaku
 N-SPT : 11 – 41

Kedalaman 38,00 – 44,00 meter
 PASIR-SP Pasir halus sampai kasar, warna abu-abu, konsistensi sangat keras/sangat padat
 N-SPT : 41 – >60

Kedalaman 44,00 meter
 AKHIR PENGEBORAN.

Titik bor DB-2

Kedalaman 0,00 – 1,00 meter
 Lantai beton, timbunan kayu, timbunan batu pecah dll
 N-SPT : 0 – 1

Kedalaman 1,00 – 11,00 meter
 LEMPUNG-CH Lempung, lanau, organis, warna abu-abu tua, konsistensi sangat lunak
 N-SPT : 1 – 2

Kedalaman 11,00 – 13,00 meter
 LEMPUNG-CH Lempung, lanau, pasir halus, warna abu-abu kecoklatan, konsistensi sangat lunak
 N-SPT : 2 – 5

Kedalaman 13,00 – 17,00 meter
 LEMPUNG-CH Lempung, lanau, warna putih abu-abu kemerahan, konsistensi lunak
 N-SPT : 5 – 8

Kedalaman 17,00 – 25,00 meter

LEMPUNG-CH Lempung, lanau, organis, warna coklat abu-abu, konsistensi kaku
N-SPT : 8 – 9

Kedalaman 25,00 – 28,00 meter
LEMPUNG-CH Lempung, lanau, pasir halus, warna putih abu-abu, konsistensi sedang sampai kaku
N-SPT : 9 – 11

Kedalaman 28,00 – 33,00 meter
LEMPUNG-CH Lempung, lanau, pasir halus, warna abu-abu kecoklatan, konsistensi sedang sampai kaku
N-SPT : 11 – 12

Kedalaman 33,00 – 39,00 meter
LEMPUNG-CH Lempung, lanau, pasir halus, warna coklat abu-abu, konsistensi kaku
N-SPT : 12 – 44

Kedalaman 39,00 – 42,00 meter
PASIR-SP Pasir halus, warna abu-abu, konsistensi padat
N-SPT : 44 – 51

Kedalaman 42,00 – >45 meter
PASIR-SP Pasir halus sampai kasar, warna abu-abu, konsistensi sangat keras/sangat padat
N-SPT : 51 – 60

Kedalaman >60 meter
AKHIR PENGEBORAN.

Uji Laboratorium

Tujuan dari uji lab ini adalah untuk mengetahui sifat fisik tanah (*index properties*) dan mekanika tanah (*engineering properties*) yang diambil dari lokasi penelitian. Pekerjaan laboratorium terdiri dari pengeboran tangan (*disturbed sample*), dan sampel tanah dari hasil galian yang terganggu dari pengujian sampel tanah yang tidak terganggu (*undisturbed samples*).

Analisis pengujian di laboratorium ini didasarkan pada standar pengujian menurut *American Society for Testing of Materials (ASTM)* sedangkan standar klasifikasi tanah didasarkan pada *standard Unified Soil Classification System (USCS)*.

Pengujian Sampel Tak Terganggu

Index Properties :

- Water Content* (ω) = ASTM D.2216 - 71
- Volume Unit Weight* (γ) = ASTM D.2937 - 83
- Specific Gravity* (G_s) = ASTM D.854 - 58
- Atterberg Limits* (LL, PL) = ASTM D.4318
- Sieve dan Hydrometer Analysis* = ASTM D.422 – 63

Hasil dari pengujian laboratorium diketahui bahwa kadar air ($w\%$) di titik BH.1.1 sebesar 72,827; berat jenis (G_s) di titik BH.1.1 sebesar 2,578; angka pori (eo) di titik BH.1.1 sebesar 1,619; batas cair ($LL\%$) di titik BH.1.1 sebesar 69,540; batas plastis ($PL\%$) di titik BH.1.1 sebesar 39,600; indeks plastisitas ($PI\%$) di titik BH.1.1 sebesar 29,940, kohesi (c kg/cm²) di titik BH.1.1 sebesar 0,194

dan sudut geser tanah (ϕ) di titik BH.1.1 sebesar 8,923°.

untuk titik BH.2.1 diketahui bahwa kadar air ($w\%$) di titik BH.2.1 sebesar 49,608; berat jenis (G_s) di titik BH.2.1 sebesar 2,668; angka pori (eo) di titik BH.2.1 sebesar 1,280; batas cair ($LL\%$) di titik BH.2.1 sebesar 53,550; batas plastis ($PL\%$) di titik BH.2.1 sebesar 30,700; indeks plastisitas ($PI\%$) di titik BH.2.1 sebesar 22,850, kohesi (c kg/cm²) di titik BH.2.1 sebesar 0,056 dan sudut geser tanah (ϕ) di titik BH.2.1 sebesar 3,605°.

Pekerjaan : Water Front Mako Brimob Kallor – Kabupaten Kubu Raya
Lokasi : Jl. Adi Sucipto - Kabupaten Kubu Raya

SUMMARY LABORATORY TEST RESULT																						
Markas Komando BRIMOB																						
Jalan Adisucipto																						
undisturbed samples																						
Date : Maret 2022																						
No	No Sampel	Depth (m)	G _s	w (%)	γ _d (t/m ³)	γ _m (t/m ³)	W _p (%)	e	u	Se (%)	w _L (%)	Ip	U _c (%)	Classification	σ _v	C _c	C _u (cm ² /lb)	φ (°)				
Soil Properties																						
Soil Classification																						
Soil Properties																						
Soil Classification																						
1	BH.1.1	4.50-5.00	2.578	72.827	2.402	6.706	78.18	69.540	39.600	29.940	MH	1.619	0.854	1.779E-03	0.036	0.034	8.923	29.0	61.0	100		
2	BH.1.2	9.50-10.00	2.697	0.908	1.517	68.988	1.970	0.661	91.74	59.996	32.400	27.590	MH	1.363	0.833	1.959E-03	0.023	0.069	6.334	12.0	38.0	300
3	BH.1.3	14.50-15.00	2.683	0.844	1.463	55.035	1.843	0.648	80.12	58.900	28.860	30.040	CH	1.327	0.934	7.883E-04	0.022	0.203	4.972	9.0	43.0	48.0
4	BH.1.4	19.50-20.00	2.668	0.841	1.343	59.874	2.170	0.685	73.59	59.500	27.810	31.690	CH	1.420	0.954	1.832E-03	0.191	0.073	3.205	9.0	44.0	47.0
5	BH.1.5	24.50-25.00	2.668	1.074	1.530	42.449	1.484	0.597	76.31	40.470	22.420	18.020	CL	1.063	0.644	2.465E-03	0.133	0.102	6.221	10.0	43.0	47.0
6	BH.1.6	29.50-30.00	2.675	1.248	1.623	30.244	1.147	0.534	70.53	40.450	23.570	16.880	CL	0.987	0.407	2.301E-03	0.539	0.261	19.188	32.0	33.0	35.0
7	BH.2.1	2.50-3.00	2.668	0.902	1.330	49.608	1.936	0.662	67.66	33.550	30.700	22.850	MH	1.380	0.800	7.331E-04	0.038	0.056	3.065	16.0	44.0	40.0
8	BH.2.2	7.50-8.00	2.787	0.839	1.414	68.448	2.330	0.699	82.23	51.320	31.280	20.040	MH	1.602	0.874	4.679E-04	0.023	0.061	4.118	16.0	35.0	29.0
9	BH.2.3	12.50-13.00	2.683	0.841	1.318	61.272	1.830	0.649	88.88	50.820	25.730	25.120	CH	1.487	0.789	5.423E-04	0.021	0.074	4.972	27.0	35.0	38.0
10	BH.2.4	17.50-18.00	2.694	1.054	1.540	48.319	1.537	0.609	80.19	31.220	26.230	24.800	CH	1.068	0.640	5.732E-04	0.023	0.089	5.340	19.0	40.0	41.0
11	BH.2.5	22.50-23.00	2.718	0.914	1.480	62.253	1.973	0.664	83.74	31.920	25.780	26.140	CH	1.350	0.695	5.253E-04	0.023	0.063	3.865	7.0	42.0	51.0
12	BH.2.6	27.50-28.00	2.661	1.017	1.523	49.559	1.638	0.618	81.61	44.250	25.480	18.720	CL	1.170	0.588	7.601E-04	0.039	0.073	4.811	10.0	40.0	50.0

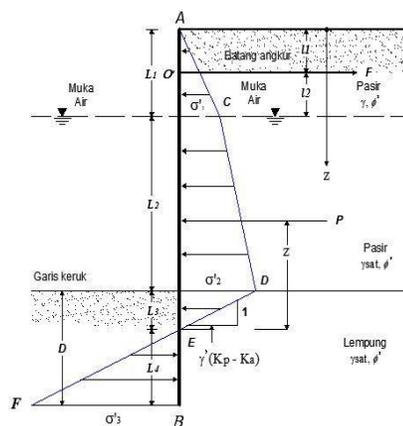
Gambar 14. Hasil dari pengujian laboratorium

Analisis Perhitungan

Analisis perhitungan numerik dilakukan pada area yang dianggap kritis. Posisinya disesuaikan dengan kondisi aslinya dilapangan dengan parameter ketinggian $L_1 = 1,5$ m.

Kedalaman Turap Sheet pile

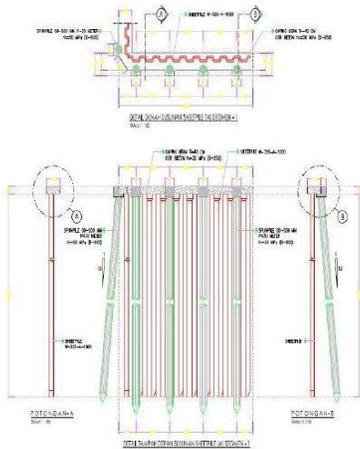
Perencanaan konstruksi perkerasan ini menggunakan tiang pancang yang ditambatkan dengan ketinggian maksimum perkerasan di atas garis keruk $L_2 = 5,5$ meter.



Gambar 15. Kedalaman Sheet pile

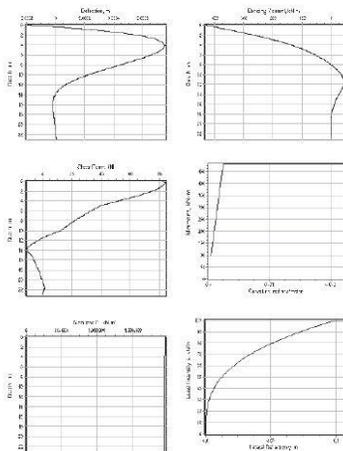
Stabilitas Turap Sheet pile

Menurut data sekunder, korelasi empiris menunjukkan maka lapisan tanah pendukung adalah lapisan tanah keras ($S_u = 50-200$ kPa; Day, 2004).

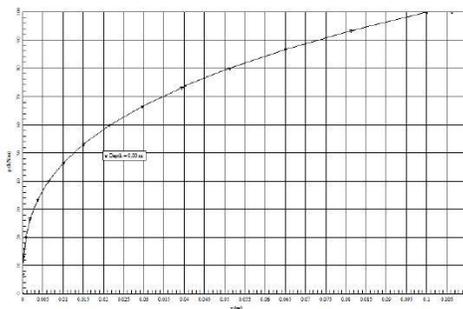


Gambar 16. Potongan melintang papan turap

Analisis numerik diperoleh gaya pada elemen struktur tiang pancang yaitu $\delta = -0,19$ mm, $M = -429,65$ kN-m, dan $V = 83,80$ kN. Dari nilai berikutnya akan digunakan untuk analisis desain tulangan struktur turap. Gaya-gaya dalam yang bereaksi pada bagian struktur *spun pile* dapat dilihat pada Gambar 17 dari Gambar 18 berikut ini.



Gambar 17. Gaya-gaya dalam pada tiang

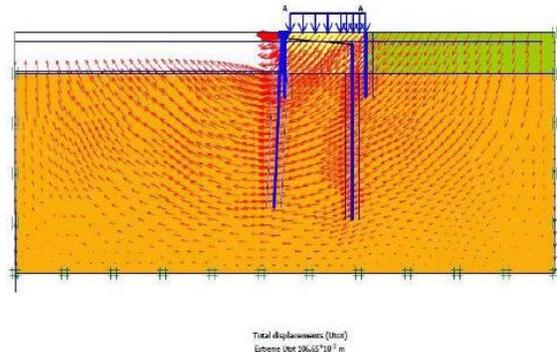


Gambar 18. p-y Curves

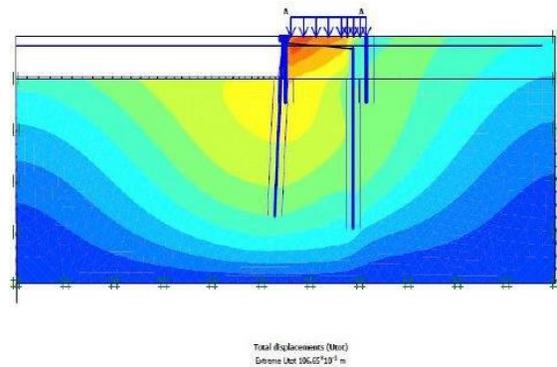
Perhitungan Numerik

Selanjutnya dilakukan analisis stabilitas struktural global, dibelakang lembaran *sheet pile* dipasang tiang pancang OD-500 mm panjang 30 meter dengan jarak setiap 2,5 meter. Tiang ini berfungsi untuk menahan gaya horizontal akibat tekanan struktur turap saat bergerak

menuju sungai. *Spun pile* juga dipasang di depan struktur turap dengan tujuan untuk mengurangi pergerakan turap ke arah depan atau ke arah sungai. Tiang ini dipasang dengan jarak tiap 2,5 meter dan dengan jarak bentang angkur 12,5 meter. Parameter yang digunakan terdrainase karena material tanah di lokasi berupa pasir. Hasil perhitungan menggunakan *Plaxis 8.6* untuk struktur *sheet pile* diangkur ini dapat dilihat pada Gambar 19 – Gambar 20 di bawah ini.



Gambar 19. Perpindahan (*Total Displacement*) dan tegangan yang terjadi pada *sheet pile* diangkur setelah diberi urugan pasir



Gambar 20. Perpindahan (*Total Displacement*) dan tegangan yang terjadi pada *sheet pile* diangkur setelah diberi urugan pasir

Perhitungan Manual

Setelah Pekerjaan Timbunan :

Parameter Tanah ;

$$\gamma_{\text{sat}} = 21,183 \text{ kN/m}^3 \quad \gamma_c = 24,00 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{\text{unsat}} = 16,730 \text{ kN/m}^3 \quad \gamma_w = 9,810 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi = 19,18^\circ$$

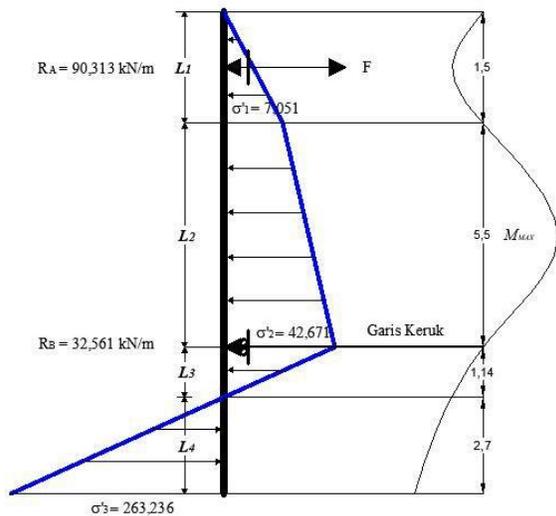
$$L_1 + L_2 = 7 \text{ m}$$

$$C = 25,79 \text{ kN/m}^2$$

$$D = 4 \text{ m}$$

Dimensi Kedalaman *Sheet pile*

$$L_1 = 1,5 \text{ m} \quad L_2 = 5,5 \text{ m} \quad L_3 = 1,14 \text{ m}$$



Gambar 21. Diagram distribusi tekanan tanah setelah timbunan disekitar *sheet pile*

Ringkasan Penjelasan dan Hasil Analisis

Hasil Analisis Program *Plaxis 8.6*

Setelah menganalisis pergeseran dan nilai *safty factor* dari tanah asli, kemudian dianalisis nilai yang sama setelah lereng diberi perkuatan *sheet pile* dengan timbunan pasir pada tegangan pertama. Untuk hasil analisis yang didapatkan adalah $106,65 \cdot 10^{-3}$ atau sebesar 10,66 cm, dilihat pada Gambar 20.

Hasil Analisis Program *Lpile ensoft*

Memperoleh nilai daya dukung lateral tiang tunggal pada *software LPILE ensoft* adalah dengan menginput nilai daya dukung lateral tiang tunggal dan nilai ini diperoleh dari spesifikasi material beton yang digunakan sesuai dengan ketentuan pabrik dan nilai Tanah diperoleh dari hasil uji laboratorium, yang menjadi rujukan dengan menggunakan metode analitis *Brom's*, diperoleh nilai daya dukung lateral (metode *p-y*.) dan didapatkan defleksi sebesar 10,625 cm, dilihat pada Gambar 17 deformasi tiang tunggal berdasarkan komputasi.

Hasil Analisis Manual

Data yang digunakan untuk mengetahui sifat fisik dan sifat mekanik tanah adalah data yang diperoleh dari uji laboratorium yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura. Pada perhitungan kestabilan Turap (*sheet pile*) digunakan data sampel BH-1.6, Untuk mendapatkan nilai kepadatan tanah (e) dan kekuatan tanah (ϕ). Data tanah yang diambil pada titik BH-1.6 adalah kedalaman 29 m-30 m. Nilai ini digunakan dari hasil rata – rata tanah dilokasi dengan cara korelasi atau dengan cara perhitungan menggunakan rumus, untuk Timbunan pasir dilakukan pengujian di laboratorium Mekanika Tanah untuk mencari nilai, γ_{sat} , γ_{unsat} , kohesi, ϕ /sudut geser.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari analisis data yang diperoleh penelitian ini diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan menggunakan *Plaxis 8.6*, deformasi *sheet pile* dan tegangan yang terjadi pada *sheet pile* setelah pekerjaan penimbunan adalah 10,66 cm.
2. Daya dukung lateral *Spun Pile* pada pengaman sungai didapat 10,18 Ton/m, gaya angkur yang bekerja setelah pekerjaan timbunan sebesar 6,66 Ton/m.
3. Hasil analisis perhitungan yang di dapat, menggunakan parameter *undrained*, type plastic analysis, dan *Phi/reduction*.
4. Bahwa penyebab dari deformasin *sheet pile* disebabkan karena pada turap tidak mampu menahan beban yang diberikan oleh timbunan.pasir. Beban ini menyebabkan peningkatan tegangan dan regangan pada turap yang terlewati.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, beberapa saran diajukan sebagai berikut :

1. Diperlukan lebih banyak penelitian tentang alat yang digunakan dalam perataan / menghampar timbunan (*backfill*) yang menyebabkan deformasi lateral.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut tentang pemilihan turap yang tepat, sesuai kondisi tanah yang relatif lunak (CH) seperti lempung anorganik dengan plastisitas tinggi memiliki batas cair $\geq 50\%$.
3. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai perencanaan ulang desain turap dengan diberi perkuatan balok air atau sebagainya.
4. Diperlukan penelitian lebih lanjut tentang perencanaan ulang desain *waterfront* dengan type pondasi dalam tiang pancang dengan *slofft* gantung.

REFERENSI

- Braja M. Das 1991. MEKANIKA TANAH (PRINSIP – PRINSIP REKAYASA GEOTEKNIS), Jilid 1, Jakarta : Erlangga.
- Braja M. Das. 2014. (*Principles of Foundation Engineering. Seventh Edition*). Printed in the United States of America.
- BWSK I. 2017. Laporan Pengujian Tanah Pembangunan Turap, Mako Brimob Polda Kalbar.
- BWSK I. APBN 2020. Gambar Perencanaan UNIT DESAIN, Mako Brimob Polda Kalbar.
- Craig, R. F.; Budi Susilo.; dan anggota IKAPI. (1989). Mekanika Tanah, Erlangga, Jakarta.
- Engineer Manual 1110-2-2504 1994. *Design of Sheet Pile. Department of the Army U.S. Army corps of Engineers Washington.*

Fakultas Teknik Sipil, Laporan Praktikum Mekanika Tanah I, Laboratorium Mekanika Tanah, Universitas Tanjungpura.

Hardiyatmo, Hary Christady. 2008. Teknik Pondasi 2. Edisi ke empat. Yogyakarta: Beta Offset.

Hardiyatmo, Hary Christady. 2003. Mekanika Tanah II. Edisi Ketiga. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Sulistiawati, dan Zulkifli. 2021. “Analisa Tiang Pancang PIK”,
https://www.academia.edu/11216068/Analisa_Tiang_Pancang_PIK, diakses 19 november 2022.