

**ANALISA DINDING PENAHAN TANAH PADA SUNGAI AEK SILANG  
KECAMATAN BAKARA KABUPATEN HUMBANG HASUNDUTAN  
SUMATERA UTARA**

**Oleh :**

Listin Suriati Suramaha

Boby Valentino Purba

Masriani Endayanti

Rahel Ginting

Universitas Darma Agung, Medan

E-Mail :

[listinsarumaha567@gmail.com](mailto:listinsarumaha567@gmail.com)

[Valentinoboby050@gmail.com](mailto:Valentinoboby050@gmail.com)

**History Jurnal Ilmiah Teknik Sipil:**

Received : 25 Desember 2023

Revised : 14 Januari 2024

Accepted : 10 Februari 2024

Published : 28 Agustus 2024

**Publisher:** LPPM Universitas Darma Agung

**Licensed:** This work is licensed under  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0>



**ABSTRAK**

Sungai Aek Silang merupakan salah satu sungai yang rawan banjir. Banjir yang terjadi dapat mengakibatkan keruntuhan pada konstruksi dinding penahan tanah sehingga menyebabkan kerugian besar bagi masyarakat sekitar. Dibutuhkan dinding penahan tanah untuk menjaga kestabilan bantaran Sungai Aek Silang agar tidak terjadi longsor. Alternative desain dinding penahan tanah yaitu berupa pasangan batu kali tipe Bronjong. Dalam perhitungan dibutuhkan data-data terkait parameter kuat geser tanah melalui Uji Direct Shear dan Uji Index Properties tanah. Dinding penahan tanah tipe bronjong digunakan karena mempunyai karakteristik seperti fleksibel, permeabel, ekonomis, dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya angka keamanan (Safety Factor) atau stabilitas terhadap bahaya geser, guling, dan daya dukung. Dari hasil perhitungan di dapat stabilitas guling adalah  $SF = 3,55 > 2$ . Dan untuk stabilitas geser  $SF = 2,31 > 2$ . Ini berarti dengan tinggi dinding 6 meter dinding aman terhadap geser dan guling.

**Kata Kunci:** Dinding Penahan Tanah, Tipe Bronjong, Uji Direct Shear

**ABSTRACT**

*The Aek Silang River is one of the rivers that is prone to flooding. Floods that occur can cause collapse of the retaining wall construction, causing major losses to the surrounding community. Retaining walls are needed to maintain the stability of the Aek Silang River banks to prevent landslides.*

*An alternative design for a retaining wall is in the form of a gabion type river stone masonry. The calculation requires data related to soil shear strength parameters through the Direct Shear Test and Soil Properties Index Test. Gabion type retaining walls are used because they have characteristics such as flexible, permeable, economical and environmentally friendly.*

*This research aims to determine the safety factor or stability against sliding, overturning and carrying capacity. From the calculation results it can be seen that the rolling stability is  $SF =$*

$3.55 > 2$ . And for shear stability  $SF = 2.31 > 2$ . This means that with a wall height of 6 meters the wall is safe against sliding and overturning.

**Keywords:** Soil Retaining Wall, Gabion Type, Direct Shear Test

## PENDAHULUAN

Banjir adalah kondisi meluapnya air dari dalam saluran akibat tidak tertampungnya air atau terhambatnya aliran air. Salah satu penyebab banjir adalah erosi dan sedimentasi yang terjadi di hulu sungai dan membawa material sampai hilir sungai, hal ini menyebabkan kapasitas tampungan sungai menjadi berkurang sehingga menimbulkan banjir Sungai Aek Silang memiliki arus yang deras, hal ini dapat mengakibatkan terjadinya erosi disepanjang bantaran sungai. Untuk mengatasi ini dibuat konstruksi Dinding Penahan Tanah jenis Bronjong. Konstruksi bronjong dipilih karena tanah didaerah ini relative lunak dan mudah mengembang, sehingga konstruksi bronjong dapat menahan tanah yang mengakibatkan terjadinya kelongsoran serta konstruksi penahan tanah jebol. Merinci masalahnya Tanah di Sungai Aek Silang, tanah dengan kepadatan dan kandungan air tertentu akan mempunyai kekuatan yang cukup untuk menopang struktur di atasnya, apalagi jika beban yang diberikan adalah beban tekan. Tanah sangat lemah terhadap beban tarik, hal ini membatasi penggunaan tanah untuk berbagai aplikasi, misalnya untuk membuat lereng yang lebih curam. Salah satu aspek penting dalam sistem perkuatan tanah adalah material perkuatan lereng dapat membentuk geometri tertentu yang memungkinkan terjadinya perpindahan beban dari suatu material ke material lainnya. Parameter penting yang diperlukan untuk perkuatan dinding penahan tanah adalah kemampuan kekuatan tarik dan geser yang tinggi.

### Tujuan penelitian

1. Untuk mengetahui tekanan tanah lateral dan stabilitas terhadap guling, geser.
2. Untuk menganalisa gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah
3. Untuk mengetahui factor-faktor yang dibutuhkan dalam perencanaan dan desain dinding penahan tanah.

### TINJAUAN PUSTAKA

#### Dinding penahan

Dinding penahan merupakan struktur yang berguna untuk menahan tanah yang sudah tua atau biasa untuk mencegah pecahnya tanah yang miring dan kekokohnya tidak dapat dijamin oleh kemiringan tanah yang sebenarnya. Dinding penahan dapat menahan tekanan horizontal yang disebabkan oleh kotoran di dekat dinding yang berlawanan. Struktur bawah tanah (ruang bawah tanah), landasan bentang (proyeksi), selain berfungsi sebagai bagian bawah struktur, juga berfungsi sebagai penghalang terhadap tanah di sekitarnya.

#### Jenis Dinding Penahan

Perkembangan dinding penahan dievaluasi dari luas, penugasan dan beban yang akan disalurkan. Maka muncullah berbagai jenis dinding penahan.

##### A. Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi (gravity wall)

Dinding-dinding ini dibuat dari beton atau balok yang tidak diperkuat, kadang-kadang dalam jenis dinding ini penyangga dipasang pada lapisan luar dinding untuk mengatasi

kerusakan permukaan yang disebabkan oleh perubahan suhu.

#### B. Dinding Penahan Tipe Kantilever (dinding penahan kantilever)

Tembok ini didapat dari kombinasi dinding beton yang ditopang berbentuk huruf T. Kekuatan konstruksinya didapat dari timbunan tembok penahan dan beratnya tanah pada titik tumbukan lintasan (penghukuman). Ada tiga denah yang berfungsi sebagai pendukung, yaitu dinding atas (stem), titik akhir lintasan dan ujung lintasan (toe). Umumnya tinggi tembok ini sekitar 6-7 meter.

#### C. Tembok Penahan Tanah Jenis tembok bangunan (Counterfort)

Tembok ini terdiri dari tembok fabrikasi yang besar dan ramping yang setengahnya ditopang oleh segmen/dinding vertikal yang disebut counterforts. Ruang di atas pelat pendirian diisi dengan timbunan tanah. Dengan asumsi beban kuat tanah pada dinding atas cukup besar, maka dinding atas dan bagian tumit harus dikonsolidasi. Counterfort diisi sebagai penutup tegangan vertikal dinding dan diletakkan di atas tanggul dengan jarak tertentu. Dinding counterfort akan lebih efektif digunakan jika ketinggian dinding melebihi 7 meter.

#### D. Tembok Penahan Gabion {Dinding Penahan Gabion}

Perbaikan dinding penahan semacam ini terdiri dari kumpulan batuan yang disambung dengan kawat logam yang mengalirkan aliran listrik sehingga sisa material kepal air dan tidak tersebar. Tempat dinding penahannya seperti tangga dimana setiap ikatan logam yang mengandung batu/habis-habisan akan mudah ditumpuk berlapis-lapis seperti tangga. Jenis penghambat dinding tanah ini sangat luar

biasa dalam mengendalikan kerusakan tanah serta tidak berbahaya bagi sistem biologis dan cerdas secara finansial.

#### E. Dinding Penahan Tanah Dinding Grid (Den Walls)

Dinding penahan ini dibentuk seperti tumpukan kotak-kotak kecil yang tertata rapi dan sebagian besar dapat dipindahkan. Tumpukan kotak-kotak tersebut nantinya akan diisi dengan batu-batu kecil dan pasir, hal ini untuk meminimalkan sebagian besar masyarakat metropolitan dalam tumpukan untuk membatasi penurunan nilai akibat perbedaan derajat. Dinding penahan seperti ini cocok untuk dinding manusia yang akan ditanami tanaman atau digunakan sebagai persemaian, namun tidak dapat digunakan sebagai struktur pendukung.

#### F. Menumpuk Dinding Penahan

Pembangunan tembok penahan ini bisa dikatakan akan lebih rumit, hal ini karena hanya sedikit titik tumpu yang akan dimasukkan pada tembok penahan tersebut sesuai dengan penataannya sehingga kekuatan tembok tersebut paling besar. Dinding penahan semacam ini adalah salah satu yang paling kokoh, namun di sisi lain, biayanya juga cukup mahal jika kita membandingkannya dengan jenis dinding penahan lainnya.

#### G. Dinding penahan tanah tumpukan lembaran.

Jenis ini merupakan konstruksi fleksibel yang digunakan terutama untuk pekerjaan jangka pendek di pelabuhan atau tempat yang memiliki tanah yang tidak menguntungkan. Bahan yang digunakan adalah kayu, semen praproyek, dan baja. Kayu cocok untuk pekerjaan singkat dan

poros penyangga untuk dinding kantilever dengan ketinggian hingga 3 m.

Beton pra-proyeksi digunakan untuk desain tahan lama yang sangat berat. Untuk sementara, baja telah banyak digunakan, khususnya untuk dinding penahan tipe kantilever dan terikat, dengan pilihan luas penampang yang berbeda, batas puntiran padat dan dapat digunakan kembali untuk pekerjaan sementara. Kantilever akan memiliki nilai finansial jika beruntung memanfaatkan sesuatu seperti tingkat 4 m (Whitlow, 2001). Dinding yang ditambatkan atau diikat digunakan untuk berbagai tujuan dan aplikasi berbeda pada berbagai jenis tanah.

### **Kekokohan Tembok Penahan**

Gambar tersebut menunjukkan bahwa ada beberapa hal yang dapat menyebabkan dinding penahan runtuh, antara lain: mengganggu, tergelincir, dan kekecewaan terhadap batas bantalan.

#### **a) Kemantapan terhadap penggulingan.**

Dikatakan bahwa struktur dipandang terlindungi dari gangguan dengan asumsi kekuatan yang menyebabkan detik lawan lebih kecil dibandingkan kekuatan yang menyebabkan jatuhnya detik (Craig, 1989).

$$F_{rol} = (\sum MW)/(\sum Mgl)$$

Di mana :

$\sum MW$  = gambaran lengkap kekuatan yang menyebabkan tumbang di titik 0 (kN .m)

$\sum Mgl$  = sekon penuh yang melawan penggulingan di titik 0 (Kn. m)

#### **b) Keamanan terhadap geser.**

Kekuasaan yang menyebabkan copotnya pembangunan tembok penahan ditentang oleh:

- Erosi tanah dan bangunan
- Ketegangan tanah dinamis di bagian depan tembok

Faktor kesejahteraan terhadap ketahanan geser dapat dikomunikasikan dengan menggunakan persamaan (Soedarmo dan Purnomo, 1997):

$$F_g = (\sum RH)/(\sum Pah)$$

Di mana :

$\sum RH$  = pangkat lawan genap penuh (kN/m<sup>2</sup>)

$\sum Pah$  = daya dorong penuh (kN/m<sup>2</sup>)

c) Ketergantungan batas daya dukung tanah Sesuai hipotesis Terzaghi (Terzaghi dan Peck, 1993), struktur adalah bagian dari struktur yang mampu mengirimkan tumpukan karena beratnya konstruksi langsung ke tanah (Das et al., 1993).

Persamaan Tarzaghi, untuk menentukan batas pengangkutan yang pasti.

$$q_u = (1/3 \cdot c \cdot N_c) + (\gamma \cdot d \cdot N_q) + (0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$$

Di mana:

$q_u$  = batas dukung ekstrim (kN/m<sup>2</sup>)

$c$  = kesatuan (kN/m<sup>2</sup>)

$p_o = D_f \cdot \gamma$  = tegangan lapisan penutup pada pondasi bangunan (kN/m<sup>2</sup>)

$D_f$  = kedalaman pendirian (m)

$\Gamma$  = berat volume tanah (kN/m<sup>3</sup>)

$N_\gamma, N_c, N_q$  = faktor batas daya dukung tanah (kemampuan  $\phi$ )

### **Pengujian Tanah di fasilitas Penelitian**

Sifat-sifat tanah yang sebenarnya dapat diketahui melalui pengujian fasilitas penelitian terhadap pengujian tanah yang memanfaatkan pengeboran. Hasil yang didapat dapat digunakan untuk menghitung batas daya dukung dan penyusutan. Selain itu, data fasilitas penelitian juga dapat memberikan data tentang berapa banyak air yang mengalir ke dalam lubang pembuangan bangunan, bagaimana perilaku tanah di bawah tekanan, dan kemungkinan menyirami papan dalam penggalian bangunan. Penting untuk diingat bahwa keadaan konstruksi tanah di lapangan bergeser. Oleh karena itu, sejumlah kecil model tanah akan memberikan hasil penyelidikan yang

meragukan. Secara umum, pengujian fasilitas penelitian yang sering diselesaikan untuk konfigurasi pendirian berarti: *Kadar Air*.

Pemeriksaan kadar air di lapangan dilakukan pada model tanah tanpa hambatan yang dikirim dari fasilitas penelitian. Dengan membandingkan hasil dan apa yang akan terjadi sejauh mungkin dan uji titik putus fluida, program uji kekuatan geser tanah dapat dibuat. Tidak hanya itu, karena tanah lunak biasanya mempunyai kandungan air yang tinggi, maka pemeriksaan kadar air penting dilakukan untuk memastikan keadaan tanah lunak tersebut. Pemeriksaan kadar air biasanya penting untuk uji kekuatan geser tanah.

### **Investigasi GRAIN**

Uji pemeriksaan produk organik tanah dilakukan untuk tujuan pengelompokan. Pengujian dibantu melalui pemeriksaan saringan dan sedimentasi atau pemeriksaan hidrometer, untuk mengetahui derajat kelengkungan.

### **Batas PLASTIK DAN Cairan Cutoff**

Pengujian ini dilakukan pada tanah kuat dengan tujuan akhir untuk mendasari penyebaran lapisan dan untuk mensurvei sifat khususnya. Diagram keserbagunaan Casagrande dapat digunakan untuk menilai kompresibilitas tanah dan sisa tanah. Saat menggunakan garis serbaguna, Anda tentu ingin mengetahui apakah kotoran tersebut alami atau anorganik, yang biasanya dapat dibedakan dari tampilannya yang gelap dan bau tanaman busuk jika kotoran tersebut alami. Dengan asumsi terdapat ketidakpastian sehubungan dengan tanah alami, sedapat mungkin pengujian dilakukan

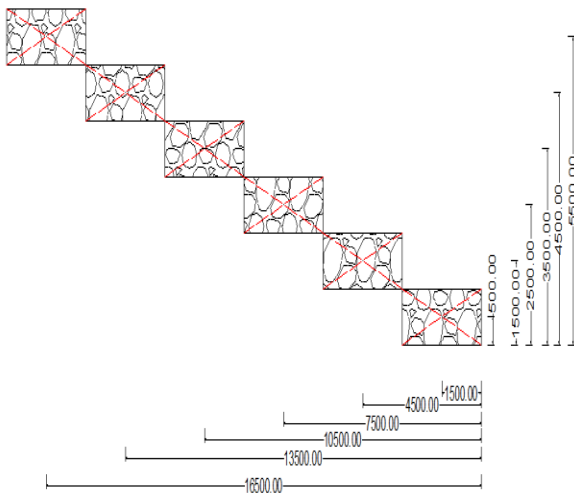
pada model tanah yang telah dihangatkan dalam ayam pedaging. Dengan asumsi setelah pengeringan, sedapat mungkin nilainya berkurang 30% atau lebih, maka tanah tersebut adalah tanah alami. Metodologi yang biasa digunakan adalah dengan melakukan uji titik pecah plastis dan uji batas fluida pada model tanah terpilih (yang tidak terlalu beragam) dari setiap bahan tanah yang diperoleh dari bukaan yang dibor. Dengan menyamakan hasil dan memplot dampak selanjutnya ke dalam grafik fleksibilitas, modifikasi berbagai jenis tanah dapat dikarakterisasi. Yang paling penting, karakter kompresibilitas dapat dibedakan dengan jelas, dan kemudian, pada pengujian tanah yang dipilih, pengujian kombinasi dapat dilakukan jika diperlukan.

### **UJI TRIAKSIAL**

Dalam rencana pengembangan, uji triaksial dibatasi pada tanah, residu, dan tanah batu halus. Secara umum, pengujian ini tidak dapat diselesaikan pada tanah berpasir dan kasar, karena sulit untuk mendapatkan model tanah yang tidak terganggu. Meskipun pengujian tanah berpasir telah dilakukan dengan susah payah, ketika model tanah dikeluarkan dari ruangan, tanah akan berubah atau terganggu dari kondisi aslinya.

Hal terbaik yang dapat dilakukan pada dasarnya adalah mengukur berat volumetrik, khususnya dengan memperkirakan pasir uji di dalam ruangan dan kemudian menilai berat volumetrik. Kemudian, pada saat itu dilakukan uji geser terhadap model tanah yang direncanakan mempunyai berat satuan yang sama. di tanah berpasir, lebih baik.

### **UJI Ketegangan GRATIS**



Pengujian ini berguna untuk menentukan kuat geser tak terdrainase pada tanah basah yang tidak mengandung butiran kasar akan digunakan dalam menghitung batas pengangkutan.

Untuk mendesain dinding penahan, teknik perhitungannya adalah sebagai berikut; Faktor-faktor yang digunakan dalam perencanaan

Tumpukan tembok penahan yang digunakan dalam estimasi kesejahteraan adalah beratnya tembok penahan itu sendiri dan beratnya tanah.

### Tekanan tanah

Penumpukan, dengan harapan permukaan tanah di balik tembok akan dimanfaatkan untuk pembangunan lainnya, maka penumpukan tersebut harus dikaitkan dengan perhitungan.

Beban yang berbeda-beda, misalnya ringan dan tekanan air

Kestabilan dinding penahan

Kemantapan melawan kekuatan yang bergerak

Kemantapan terhadap kekuatan geser

Kemantapan batas bantalan tanah (bearing limit security)

Kemantapan seluruh kerangka termasuk penyangga/penimbunan di bagian belakang dan tanah pendirian sebagai satu kesatuan.

Survei iklim daerah untuk situasi tembok pembatas. Dinding penahan harus ditempatkan di wilayah di mana kemantapan kemiringannya memenuhi angka kesejahteraan tertentu, khususnya.

SF untuk beban tetap

SF 1.3 untuk penumpukan tidak permanen, mengingat pada saat terjadi gempa.

### METODE PENELITIAN

Penelitian lokal

Pada peninjauan kali ini, uji tanah dilakukan di kota Doulu, kecamatan Berastagi, wilayah Karo. Pengambilan benda uji dilakukan dengan 2 teknik: kesal (gangguan tanah) dan tidak terganggu (tidak marah). Untuk benda uji kemudi pada lintasan datar, benda

Tes pusat penelitian

Pengujian selesai di laboratorium Pekerjaan Umum. Contoh tanah yang digunakan adalah tanah yang diambil dari daerah tersebut. Tesnya adalah sebagai berikut:

- Pengujian Kadar Air (Dampness Content Test)
- Berat isi (berat ketebalan normal)
- Pengujian Gravitasi Eksplisit (Uji Gravitasi Eksplisit)
- Tes Pemeriksaan Ayakan
- Pengujian batas konsistensi atterberg limit
- Uji Geser Langsung (Uji Geser Langsung)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Perhitungan Pembebanan.*

Perhitungan pembebanan harus dilakukan untuk mengetahui seberapa berat beban yang ditahan struktur

Gambar 2 Perhitungan Titik Berat

$\gamma_t$  = Berat volume tanah = 1, kg/m<sup>2</sup>

$\phi$  = sudut geser tanah = 23°

c = kohesi = 0,144 kg/m<sup>2</sup>

q = 20 kN/m (beban merata lalu lintas)

H = Tinggi DPT 6 m

$\gamma_c$  = berat isi volume beton 24 kN/m<sup>3</sup>

Gambar 3 Tekanan Tanah Aktif

Koefisien Ketegangan Tanah

Titik erosi tanah  $\phi = 13^\circ$

Gaya yang berhasil

### *Tanah Dinamis*

Tanah = q . H.Ka. L

$$= 20 \cdot 7 \cdot 0,438 \cdot 32$$

$$= 19,62 \text{ ton}$$

Pa2 = 1/2 q . H<sup>2</sup>. Ka. L

$$= (0,5 \cdot 20) \cdot 7^2 \cdot 0,438 \cdot 32$$

$$= 68,678 \text{ Ton}$$

$\Sigma$  = Pa1 + Pa2

$$= 19,62 + 68,678$$

$$= 88,298 \text{ Ton}$$

MPa = Pa1 (1/2H) + Pa2 (1/3H)

$$= 19,62 (3,5) + 68,678 (2,333)$$

$$= 68,67 + 160,226$$

$$= 228,896 \text{ Tm}$$

Batas daya dukung tanah yang pasti, untuk titik geser tanah ( $\phi$ ) sebesar 13° dan dari grafik Tarzaghi diperoleh

Nc = 11,41; Nq = 3,63 ; N $\gamma$  = 1,04 (Terzaghi dan Peck, 1993).

qu = (1/3 .c .Nc) + ( $\gamma_t$  .Df .Nq) + (0,4 . $\gamma_t$  .B .N $\gamma$ )

$$qu = (1/3 \cdot 4 \cdot 90 \cdot 11,41) + (5285,43 \cdot 0,5 \cdot 3 \cdot 63) + (0,4 \cdot 5285,43 \cdot 1,5 \cdot 1,04)$$

$$= 18,63 + 9593,05 + 3298,10$$

$$= 12900,78 \text{ kN/m}$$

***Batas pengangkutan ekstrim bersih:***

$$q_{un} = q_u - P_o$$

$$= 12900,78 - 11$$

$$= 12889,78 \text{ kN/m}^2$$

***Tekanan pendirian bersih:***

$$q_n = q_{un} - P_o$$

$$= 12889,78 - 11$$

$$= 12878,78 \text{ kN/m}^2$$

***Faktor keamanan (f)***

$$f = q_{un}/q_n$$

$$= (12889,78) / 12878,78$$

$$= 1,001$$

***Batas penyampaian hibah:***

$$q_a = q_n / f$$

$$= 12900,78 / 1,001$$

$$= 12887,89 \text{ kN/m}^2$$

## **Kekuatan Tembok Penahan**

Kekuatan dinding penahan akan diperiksa terhadap batas gelinding, geser dan daya dukung. Area titik kesal dibandingkan dengan titik fokus pendirian adalah: konsekuensi dari estimasi kemantapan dinding penahan dari konsekuensi estimasi dinding gravitasi, diketahui bahwa dinding tersebut terlindung dari gangguan, geser dan batas bantalan

## **SIMPULAN DAN SARAN**

Dari hasil perencanaan dinding penahan tanah ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada daerah studi, perencanaan dinding penahan tanah (DPT) pada aek sungai silang Kecamatan Bakkara Kabupaten Humbang Hasundutan memperoleh Tinggi dinding (H) = 6 m, Lebar telapak (B) = 3 m, Tinggi telapak (D) = 1m, Lebar sisi kiri = 0,5 m, Lebar badan atas = 0,5 m.
2. Berdasarkan perhitungan beban, kekuatan tekanan pada saat gempa bumi memperoleh hasil 49,9 Tm. Dengan tekanan tanah pada saat aktif 63,07 Ton.
3. Dalam perencanaan stabilitas dinding penahan tanah, perhitungan yang didapat

pada stabilitas guling adalah  $SF = 3,55 > 2$ . Dan untuk stabilitas geser  $SF = 2,31 > 2$ . Ini berarti dengan tinggi dinding 6 meter dinding aman terhadap geser dan guling.

## 5.2 Saran

Meningkatnya intensitas curah hujan yang mengakibatkan, kekuatan daya dukung tanah berkurang, arus sungai bertambah deras dan volume air sungai bertambah pada Sungai Aek Silang Kecamatan Bakara, Kabupaten Humbang Hasundutan Sumatra Utara, yang mengakibatkan dinding penahan tanah sering kali terjadinya kerusakan akibat banjir oleh curah hujan tersebut maupun kekuatan daya dukung tanah. Sebagai saran penulis adalah

- a. Perlu ada survey terhadap sungai aek silang oleh pihak yang berwenang dalam mengantisipasi banjir dan kerusakan terhadap lahan warga yang berdampingan dengan sungai aek silang tersebut.
- b. Perlu perancangan yang lebih maksimal pada dinding penahan tanah terhadap sungai aek silang agar tujuan sesuai dengan yang diharapkan dan menghindari tidak terjadinya kerugian.
- c. Perlu kesadaran masyarakat dalam menjaga kelastarian dan kebersihan lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Mulyono, T (2017)., Klasifikasi Tanah, Jakarta: FT-UNJ
- Hardiyatmo, 2011, 2014 Tanjung, 2016. Dinding Penahan Tanah
- Nazri, 2012, Howard, 1967 dan Zuidam, 1985 Pola Aliran Sungai Wiley & Sons, Inc.
- Joseph E Bowles dan Johan K. Hainim (1989), Sifat – Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah), Cetakan II, Erlangga.
- Ir.G.Djarmiko Soedarno (1993), Mekanika Tanah 2, Kanisius, Yogyakarta.
- Ir. Sunggono Kh (1982), Mekanika Tanah, Penerbit Nova Bandung.
- L.D. Wesley (1973), Mekanika Tanah terjemahan : Ir.A.M.Luthfi, Pekerjaan Umum, Jakarta
- Mario Paz, „Dinamika Struktur, Teori dan Perhitungan“, Penerbit Erlangga Jakarta, Edisi Kedua
- R.F.Craig (1989), Budi Susilo.S, Mekanika Tanah, Edisi IV, Erlangga.
- Robert D.Holtz and William D.Kovacs Endaryanta, 2017, Hardiyatmo (2006) Stabilitas Dinding Penahan Tanah Laboratorium, Mektan (Mekanika Tanah) Universitas Katolik Santo Thomas/2023
- Teknik Sipil. Universitas Kristen Petra.