

**ANALISA PERBANDINGAN DINDING PENAHAN TANAH TYPE
COUNTERFORT DAN CANTILEVER JALAN SIMPANG TIGA
TANJUNG PALAS SEKATAK BUJI STA. 107+ STA.172 KABUPATEN
MALINAU PROVINSI KALIMANTAN UTARA**

Antonius Alfonsius Nggala ¹⁾

Dr. Ir. H.Benny Mochtar E.A, MT ²⁾

Zulfan Syahputra, ST.,MT. ³⁾

Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

ABSTRACT

Malinau District is one of the cities in North Kalimantan province, Indonesia. This regency has an area of 18,010,50 km² which is not escape from landslide disaster, especially on highway network which is one of the most important land transportation infrastructure and is an element of regional development in North Kalimantan Province which is experiencing rapid development. High rainfall in the area of North Kalimantan, especially in Malinau District needs to be aware. Therefore, high rainfall can cause floods and landslides. One of the areas that occurred landslide disaster is access road connecting inter province that is Kaltim - Kaltara. Precisely at Simpang Tiga Tanjung Palas Sekatak Buji Malinau District of North Kalimantan Province.

The purpose of writing this thesis is to be able to know how the process of handling the landslide by plotting a secure retaining wall against the rolling, shifting, and stability of the collapse of land carrying capacity at Simpang Tiga Tanjung Palas Sekatak Buji Kab.Malinau North Prov. The purpose of the preparation of this thesis is to know the calculation of the stability of retaining wall Land and Know Technical Technical design of retaining wall. Methods of data collection used in the preparation of this final task include primary data ie photo documentation, material formulas, and other calculations and secondary data include sondir, boring, and undisturbed samples. Then after the data obtained then calculated using coulomb and rankine method as an analysis of the calculation of stability and carrying capacity using converse labbare.

From the analysis results obtained stability factor to the style of bolsters safe, unsafe stability of the shear force, and unsatisfactory satellites against collapse on cantilever and counterfort walls.

The conclusion of this final project is the result of Calculation of Land Retaining Wall Structure in the Construction of Avalanches at Simpang Tiga Tanjung Palas Sekatak Buji STA.107 + STA.172, the comparison of Kantilever type of retaining wall using Rankine method can stability value of bolsters $2.459 > 2$ (safe), shear force $0.596 > 2$ (unsafe), stability of collapse $1.274 > 3$ (unsafe) and with Coulumb method obtained stability value of rolling force of $2.728 \geq 2$ (safe), shear force $0.696 > 2$ (unsafe), collapse $1.360 > 3$ (unsafe) While the type of counterfort with the

value of stability of rolling force of $1.864 > 2$ (unsafe), shear force of $1.140 > 2$ (unsafe), minimum land carrying capacity of 55.48, minimum carrying capacity of 5, 53.

Keywords: Comparison of counterfort and cantilever type of retaining wall, Capacity of pile support

- 1) Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.
- 2) Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.
- 3) Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

PENDAHULUAN

Kabupaten Malinau adalah salah satu kota di provinsi Kalimantan Utara, Indonesia. Kabupaten ini memiliki luas wilayah 18.010,50 km² yang tidak luput dari bencana longsor, khususnya pada jaringan jalan raya yang merupakan salah satu prasarana perhubungan darat yang sangat penting dan merupakan unsur perkembangan wilayah di Propinsi Kalimantan Utara yang mengalami perkembangan pesat.

Curah hujan yang tinggi di daerah Kalimantan Utara khususnya di Kabupaten Malinau perlu di waspadai. Sebab, curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan banjir dan tanah longsor. Salah satu daerah yang terjadi bencana tanah longsor ialah akses jalan penghubung antar propinsi yaitu Kaltim-Kaltara . Tepatnya di Simpang Tiga Tanjung Palas Sekatak Buji Kabupaten Malinau Provinsi Kalimantan Utara.

Sehubungan dengan hal diatas, penulis ingin menganalisa Dinding penahan Tanah type Counterfort yang sudah ada dan membandingkan dengan Dinding penahan Tanah type Cantilever. manakah yang lebih stabil terhadap gaya-gaya yang berkerja berdasarkan aspek teknis yang ada di lapangan.

Berdasarkan kondisi di atas, maka kajian yang akan diteliti adalah bagai berikut :

1. Bagaimana analisa terhadap stabilitas guling, geser dan keruntuhan ?
2. Berapa jumlah tiang pancang yang di butuhkan ?

Mengingat ruang lingkup analisa dinding penahan tanah sangat luas, maka dalam penyusunan skripsi ini dibatasi pada :

1. Menghitung tekanan tanah aktif dan pasif menggunakan metode Couloumb dan Rankine
2. Menghitung keamanan terhadap akibat penggeseran, penggulingan, dan keruntuhan.

DASAR TEORI

Bangunan dinding penahan tanah digunakan untuk menahan tekanan tanah lateral yang ditimbulkan oleh tanah urug atau tanah asli yang labil. Bangunan ini banyak digunakan pada proyek-proyek : irigasi, jalan raya, pelabuhan, dan lain-lainnya. Elemen-elemen fondasi, seperti bangunan ruang bawah tanah (basement), pangkal jembatan (abutment), selain berfungsi sebagai bagian bawah dari struktur, berfungsi juga sebagai penahan tanah sekitarnya.

Faktor Terjadinya Kelongsoran Pada Dinding Penahan Tanah

A. Gaya – gaya internal

Longsoran akibat gaya internal adalah keruntuhan tanah yang diakibatkan oleh gaya-gaya dalam, diantaranya adalah :

1. Kestabilan Lereng

Keruntuhan akibat kestabilan tanah yang tidak benar. Yaitu sudut suatu lereng harus cukup landai, sehingga lereng tersebut dapat stabil atau lereng tersebut dibuat berlapis-lapis sehingga dapat menjamin tidak terjadinya kelongsoran.

2. Keadaan alam terganggu

Penggundulan/pemotongan pohon menyebabkan gunung-gunung menjadi gundul, sehingga keseimbangan alam terganggu. Air hujan yang jatuh ke tanah tidak lagi diserap oleh akar-akar pohon, akantetapi air tersebut langsung masuk ke dalam tanah dan meresap menuju lapisan kedap air (*permeable*). Sehingga terjadi bidang gelinsir pada lapisan tanah tersebut, dan jika lapisan tanah tersebut jenuh maka terjadilah longsoran.

B. Akibat gaya eksternal

Keruntuhan tanah yang diakibatkan oleh faktor luar, antara lain :

1. Getaran gempa

Pada saat terjadinya gempa, struktur tanah bergerak, sehingga dapat terjadi kelongsoran/keruntuhan tanah.

3. Curah hujan yang berlebihan

Curah hujan yang berlebihan, akan dapat menimbulkan kelongsoran tanah,

Dinding Penahan Tanah

Untuk menghasilkan konstruksi dinding penahan yang ideal, maka analisis stabilitas dinding penahan tanah perlu ditinjau terhadap hal-hal sebagai berikut:

- a. Tekanan yang terjadi pada tanah dasar pondasi harus tidak boleh melebihi kapasitas dukung tanah izin. (Wesley, 2010; Hardiyatmo, 2011).
- b. Faktor aman terhadap penggeseran (*sliding*) dan penggulingan (*overturning*) harus mencukupi. (Wesley, 2010; Hardiyatmo, 2011).

Pada prinsipnya kondisi tanah dalam kedudukannya ada 3 kemungkinan, yaitu :

- Dalam Keadaan Diam (K_o)
- Dalam Keadaan Aktif (K_a)
- Dalam Keadaan Pasif (K_p)

Tekanan aktif dan pasif dapat dihitung secara analitis maupun grafis dalam hal ini perlu kita perhatikan sebagai berikut :

Tabel 1 Jenis tanah tanah dan cara perhitungan.

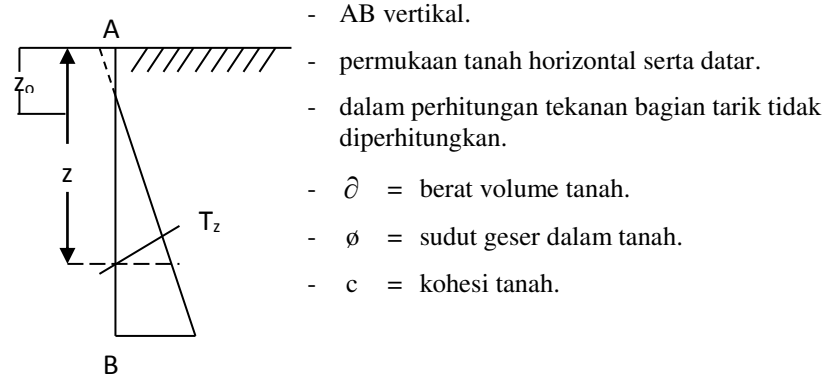
K o n d i s i	Dihitung secara ;
Tanah homogen permukaan tanah rata beban merata maupun terpusat	Analitis, grafis
Tanah berlapis – lapis permukaan tanah rata beban merata atau terpusat	Analitis, grafis
Tanah homogen Permukaan tanah tidak rata beban sembarangan	Grafis

Sumber : Sunggono, “Teknik Sipil” Nova Bandung 1995

Perhitungan cara analitis : 1. Menurut Rankine
2. Menurut Coulomb

Dengan cara Rankine, gaya yang ditinjau dianggap melalui bidang vertikal, jadi bila tembok miring maka kita tarik garis lurus seperti dibawah ini :

Tekanan tanah lateral $T(p)$: (cara analitis)



Gambar 1 Tekanan Tanah Lateral Horizontal

Sumber : Sunggono, “Teknik Sipil” Nova Bandung 1995

I. Keadaan aktif :

1. Menurut Rankine :

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

Arah σ_z sejajar dengan arah permukaan tanah, ($\delta = \beta$)

2. Menurut Coulumb :

$$K_a = \frac{\sin(\alpha - \varphi)^2}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left(1,00 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin \varphi - \beta}{\sin(\alpha - \delta) \cdot \sin \alpha + \beta}} \right)^2}$$

II. Keadaan pasif

1. Menurut Rankine

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

2. Menurut Coulumb :

$$K_p = \frac{\sin(\alpha - \varphi)^2}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha + \delta) \left(1,00 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin \varphi + \beta}{\sin(\alpha + \delta) \cdot \sin \alpha + \beta}} \right)^2}$$

Perhitungan daya dukung tiang pancang

Diantara perbedaan tes dilapangan, sondir atau *Cone Penetration Test* (CPT) seringkali sangat dipertimbangkan peranan dari geoteknik. CPT atau sondir ini tes yang sangat cepat, sederhana, ekonomis dan tes tersebut dapat dipercaya dilapangan dengan pengukuran terus-menerus dari permukaan tanah-tanah dasar. CPT atau sondir ini dapat juga mengklasifikasi lapisan tanah dan dapat memperkirakan kekuatan dan karakteristik dari tanah. Didalam perencanaan pondasi tiang (*pile*), data tanah sangat diperlukan dalam merencanakan kapasitas daya dukung (*bearing capacity*) tiang sebelum pembangunan dimulai, guna menentukan kapasitas daya dukung ultimit dari tiang. Kapasitas daya dukung ultimit ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q_u = Q_b + Q_s = q_b A_b + f \cdot A_s$$

Dimana :

Q_u = Kapasitas daya dukung aksial ltimit tiang.

Q_b = Kapasitas tahanan di ujung tiang.

Q_s = Kapasitas tahanan kulit.

Q_b = Kapasitas daya dukung di ujung tiang persatuan luas.

A_b = Luas di ujung tiang.

f = Satuan tahanan kulit persatuan luas.

A_s = Luas kulit tiang.

Untuk menghitung daya dukung tiang pancang berdasarkan data hasil pengujian sondir dapat dilakukan dengan menggunakan metode Meyerhoff.

Daya dukung ultimit pondasi tiang dinyatakan dengan rumus :

$$Q_{ult} = (q_c \times A_b) + (JHL \times A_k)$$

Dimana :

Q_{ult} = Kapasitas daya dukung tiang pancang tunggal.

q_c = Tahanan ujung sondir.

A_b = Luas penampang tiang.

JHL = Jumlah hambatan lekat.

A_k = Keliling tiang.

Daya dukung ijin pondasi dengan data sondir dinyatakan dengan rumus

1. Terhadap Kekuatan Bahan Tiang

$$P_{\text{tiang}} = \sigma_{\text{bahan}} \times A_b$$

Dimana :

P_{tiang} = Kekuatan yang diizinkan pada tiang pancang (kg)

σ_{bahan} = Tegangan tekan izin bahan tiang (kg/cm²)

A_b = Luas penampang tiang. (cm²)

2. End Bearing and Friction Pile

$$P_{\text{tiang}} = \frac{A_o \times q_c}{sf} + \frac{A_k \times JHL}{sf}$$

Dimana :

q_c = tahanan penetrasi kerucut statis yang merupakan nilai rata-rata dihitung dari 8.D atas dasar tiang sampai 4.D di bawah dasar tiang (kg/cm²)

JHL = jumlah hambatan lekat kerucut statis yang merupakan nilai rata-rata dihitung dari 8.D atas dasar tiang sampai 4.D di bawah dasar tiang (kg/cm²)

A_o = luas penampang tiang, rumus : $A_o = \pi \times r^2$

A_k = keliling penampang tiang, rumus : $A_k = \pi \times d$

SF = faktor keamanan, karena pembebanan pada konstruksi tetap maka digunakan $sf = 3$ (end bearing) dan $sf = 5$ (friction pile)

3 Kapasitas daya dukung tiang dari data SPT

Kapasitas ultimit tiang dapat dihitung secara empiris dari nilai N hasil uji SPT. Mayerhof (1976) mengusulkan persamaan untuk menghitung tahanan ujung tiang :

$$P_{\text{tiang}} = 40 \times N + A_b \times N_b \times A_s < 380 \times N \times A_b$$

Dimana :

N = Nilai SPT disekitar 8.D diatas dasar tiang s/d 4.D dibawah

Nb = Nilai SPT rata-rata sepanjang tiang

Ab = Luas penampang tiang (m²)

As = Luas selimut tiang (m²)

$$N_b = \frac{\sum L_1 \times N}{\sum L}$$

Dimana :

N = Nilai N di sepanjang tiang

L1 = Panjang lapisan x N

L = Total Kedalaman penetrasi

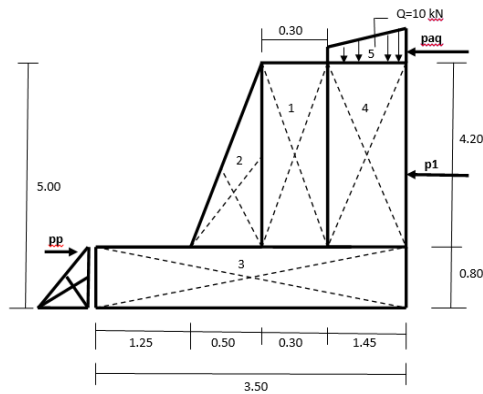
Karena prosedur pungujian SPT yang tidak konsisten, hasil hitungan kapasitas daya dukung tiang tidak akurat. Oleh karena itu, Coduto (1994) menyarankan menggunakan faktor aman yang agak lebih tinggi dari nilai normalnya..

CARA PENELITIAN DAN PEMBAHAS

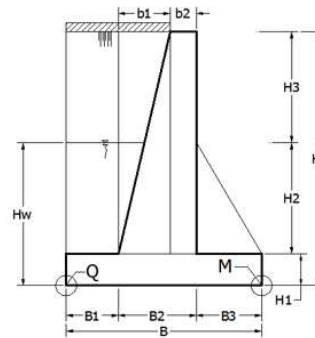
Lokasi proyek yang ditinjau sebagai bahan penelitian untuk penyusunan Tugas Akhir ini adalah pada proyek penanganan longsoran jalan simpang tiga tanjung palas sekatak buji sta.107+sta172 kabupaten malinau provinsi kalimatan utara.Dalam pengumpulan data, baik data hasil uji lapangan maupun data hasil laboratorium di peroleh dari laporan akhir yang dibuat oleh konsiltan perencana.Untuk memperoleh data yang sesuai dengan masala yang diteliti atai akan di bahas .Data Primer,yaitu pengambilan data-data yang di peroleh langsung dari sumber seperti foto dokumentasi,refrensi materi,rumus-rumus perhitungan dan lain-lain.Data sekunder yaitu pengambilan data yang dapat dari sumber yang tidak lansung seperti.Data Tanah,CPT/Sondir,SPT/Boring,UDS(Undisterb Sampel).

Analisa struktur dinding penahan

Dinding penahan tanah berbentuk dinding cantilever dan counterfort dengan material beton bertulang. Adapun dimensi rencana dari dinding adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1
Gambar Potongan Dinding Penahan Tanah



Gambar 4.2
Gambar Potongan Dinding Penahan Tanah

Data tanah dari lokasi :

Kohesi (C)	: 0.228 x 10 = 2.28	kN
Sudut geser (ϕ)	: 13.97 °= 14 °	
Bobot isi tanah (γ s)	: 1,800 x 10 = 18.00	kN
Bobot isi beton (γ c)	: 2,400 x 10 = 24.000	kN
Beban merata (q)	: 1 x 10 = 10	kN

Dari hasil perhitungan pembebanan didapat gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah, seperti yang disajikan dalam table dibawah ini.

➤ Kantilever

Tabel 2. Rekapitulasi stabilitas terhadap guling pada Kantilever

Menurut Rankine	Menurut Coulomb
$F_{\text{guling}} = \frac{\sum M_v}{\sum M_h}$ $= \frac{550.32}{223.788}$ $= 2,459 > 2 \text{ (Aman)}$	$F_{\text{guling}} = \frac{\sum M_v}{\sum M_h}$ $= \frac{550.32}{201.744}$ $= 2.728 > 2 \text{ (Aman)}$

Sumber : Hasil Analisa , 2017.

Tabel 3. Rekapitulasi stabilitas terhadap geser pada Kantilever

Menurut Rankine	Menurut Coulomb
$F_{\text{geser}} = \frac{\sum R h}{\sum P h}$ $= \frac{69..374}{116.326}$ $= 0.596 > 2,0 \text{ (Tidak Aman)}$	$F_{\text{geser}} = \frac{\sum R h}{\sum P h}$ $= \frac{69.374}{99.744}$ $= 0.696 > 2,0 \text{ (Tidak Aman)}$

Sumber : Hasil Analisa, 2017.

Tabel 4. Rekapitulasi stabilitas terhadap daya dukung keruntuhan pada Kantilever

Menurut Rankine	Menurut Coulomb
$F = \frac{q_{ult}}{q'} = \frac{118.819}{93.238} > 3$ $= 1.274 > 3 \text{ (Tidak Aman)}$	$F = \frac{q_{ult}}{q'} = \frac{118.819}{87.342} > 3$ $= 1.360 > 3 \text{ (Tidak Aman)}$

Sumber : Hasil Analisa, 2017

➤ Counterfortd

Tabel 5. Rekapitulasi stabilitas terhadap Momen guling pada Counterfortd

No.	Uraian	Simbol	Rumus	Berat (ton)	Lengan (m)	Momen (tm)
1	Tekanan Tanah Horizontal	Pa	$0.5 \times H^2 \times \gamma' \times ka$	91.32	1.67	152.20
2	Tekanan Beban Merata	Pq	$Ka \times q \times H$	2.03	2.50	5.07
	Total Overturning momen (Mo)			93.35		157.27

Tabel 6. Rekapitulasi stabilitas terhadap geser pada Counterfortd

No.	Uraian	Symbol	Rumus	Nilai (m)
1	Stabilitas	SF o	(Mr / Mo)	1.864

Tabel 7. Rekapitulasi stabilitas terhadap daya dukung keruntuhan pada Counterfortd

No.	Uraian	Symbol	Rumus	Nilai (m)
1	Stabilitas	SF s	(Fr / Fd)	1.14

Kesimpulan

Dari hasil Perhitungan Struktur Dinding Penahan Tanah Pada Pembangunan Longsoran pada Simpang Tiga Tanjung Palas Sekatak Buji STA.107 +STA.172 didapatkan perbandingan dinding penahan tanah type Kantilever dengan menggunakan metode Rankine dapat nilai stabilitas gaya guling sebesar $2.459 > 2$ (aman), gaya geser $0.596 > 2$ (tidak aman), stabilitas keruntuhan $1.274 > 3$ (tidak aman) dan dengan metode Coulumb didapat nilai stabilitas gaya guling sebesar $2.728 \geq 2$ (aman), gaya geser $0.696 > 2$ (tidak aman), keruntuhan $1.360 > 3$ (tidak aman) Sedangkan pada tipe counterfort dengan didapat nilai stabilitas gaya guling sebesar $1.864 > 2$ (tidak aman), gaya geser

sebesar $1.140 > 2$ (tidak aman), daya dukung tanah minimum 55,48, daya dukung tanah minimum 5,53.

Dari hasil analisa tiang pancang terhadap tipe cantilever didapat jumlah tiang pancang sebanyak 60 tiang, sedangkan tipe counterfort didapat jumlah tiang pancang sebanyak 90 tiang.

Saran – saran

Saran yang diberikan penulis semoga dapat menjadi saran yang membangun :

Perhitungan dengan menggunakan cara Rankine dan Coulomb dapat di gunakan dalam perhitungan dinding penahan tanah. Jumlah keseluruhan tiang pancang di sesuaikan dengan hasil perhitungan tiang pancang agar tidak mengalami pemborosan. Perhitungan Dinding Penahan Tanah Type Counterfort Dan Cantilever Penulis Lebih Memilih Type Cantilever Dari segi biaya lebih ekonomis dibanding Counterfort Kususny Di Tiang Pancang

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E., 1996, Analisis dan Desain Pondasi, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Braja M. Das (Noor Endah , Indrasurya B. Mochtar), 1985, Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis), Jilid 1, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C, 2006, Mekanika Tanah I, Gama Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C, 2003, Mekanika Tanah II, Gama Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C, 2006, Teknik Fondasi I, Beta Offset, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C, 2006, Teknik Fondasi II, Beta Offset, Yogyakarta.
- Nakazawa, Kazuto., dan Sosrodarsono, Suyono, 1998. Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, PT Pradnya Paramita, Jakarta.

