



**TINJAUAN PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH SEBAGAI  
UPAYA MITIGASI BENCANA LONGSOR PADA RUAS JALAN  
KABUPATEN BANGGAI LAUT DESA LAMPA**

***A REVIEW OF RETAINING WALL DESIGN AS LANDSLIDE MITIGATE  
MEASURE ROAD SECTION OF BANGGAI LAUT REGENCY DESA LAMPA***

**Syamsul Fahri<sup>1</sup>, Michail Amin<sup>2</sup>, Muh. Ryan Pratama<sup>3</sup>, Afrinaldy Andara<sup>4</sup>**

<sup>(1,2,3,4)</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Barat

**Abstrak**

Dinding penahan tanah merupakan salah satu elemen struktur yang berfungsi menahan tekanan tanah lateral agar tidak terjadi longsor pada lereng atau timbunan. Penelitian ini bertujuan untuk meninjau dan mengevaluasi perencanaan dinding penahan tanah yang dianalisis dengan menggunakan tipe counterfort berdasarkan standar ACI 318-19 terhadap beton bertulang dengan bantuan program ASDIP retain. Parameter yang dianalisis meliputi stabilitas guling dan kapasitas geser dari dinding penahan tanah tipe Counterfort. Metode analisis dilakukan dengan memasukkan data geometri struktur, parameter tanah. Serta kondisi pembebanan kedalam program ASDIP retain v.5.5.3.3. Hasil analisis menunjukkan bahwa desain dinding penahan tanah tipe counterfort dengan tinggi 9,30 m, memenuhi persyaratan stabilitas terhadap guling dengan faktor keamanan sebesar  $2,00 > 1,5$ . Momen penahan lebih besar dibandingkan dengan momen pengguling sehingga struktur aman pada kondisi pembebanan yang ditinjau. Hasil analisis desain Heel mampu menahan gaya geser sebesar 131,8 kN/m dengan kapasitas geser pada beton sebesar 196,1 kN/m dan hasil analisis desain Toe mampu menahan gaya geser sebesar 181,3 kN/m dimana dari kedua kapasitas geser tersebut masih berada dibawah maksimum kapasitas geser beton. Secara keseluruhan hasil evaluasi menunjukkan bahwa semua elemen struktur berada dalam kondisi aman dengan status memenuhi persyaratan desain. Dengan demikian, desain dinding penahan tanah tipe counterfort yang dianalisis telah memenuhi kriteria stabilitas dan kekuatan struktur serta efisien dalam penggunaan material.

**Kata Kunci:** Dinding Penahan Tanah, Counterfort Retaining Wall, ASDIP retain, tekanan tanah lateral.

**Abstract**

A retaining wall is one of the structure elements designed to resist lateral earth pressure in order to prevent slope or embankment failure. This study aims to review and evaluate the design of retaining wall analyzed using a counterfort type based on ACI 318-19 standard for reinforced concrete with the assistance of ASDIP retain software. The analyzed parameters include overturning stability and shear capacity of the counterfort retaining wall. The analysis method was carried out by inputting structural geometry data, soil parameters, and loading conditions into ASDIP retain v.5.5.3.3. The analysis result shows that counterfort retaining wall design with a height of 9,30 m, satisfies the overturning stability requirement with a safety factor  $2,00 > 1,5$ . The resisting moment is greater than the overturning moment, indicating that the structure is safe under the considered loading condition. The heel slab design is capable of resisting a shear force of 131,8 kN/m with a concrete shear capacity of 196,1 kN/m, and the toe slab resists a shear force of 181,3 kN/m both remaining below the maximum concrete shear capacity. Overall evaluation results show that all structure elements are in a safe condition and meet the design requirements. Therefore, the analyzed counterfort retaining wall design satisfies stability and structural strength criteria in maintaining material efficiency.

**Keywords:** Retaining Wall, Counterfort Retaining Wall, ASDIP retain, Lateral Earth Pressure

**PENDAHULUAN**

Massa tanah dapat kehilangan kestabilannya akibat pengaruh alami maupun buatan. Salah satu struktur penahan tanah adalah dinding penahan tanah yang berfungsi menopang material dibelakangnya serta menahan tekanan tanah. Dalam penelitian ini dipilih perencanaan dinding penahan tanah tipe

counterfort. Dinding counterfort dari beton bertulang masih cukup umum digunakan dikawasan perkotaan karena lebih tahan terhadap tindakan vandalisme dan sering kali tidak memerlukan material timbunan pilihan (*select backfill*). (J.E Bowles, 2002).

Sebagaimana diketahui, dinding penahan tanah tipe counterfort umumnya dibangun menggunakan

(\*)Corresponding author

Telp : -

E-mail : [syamsul.fahri@unsulbar.ac.id](mailto:syamsul.fahri@unsulbar.ac.id)

<http://doi.org/10.33506/rb.v12i01.5543>

Received 24 Maret 2026; Accepted 10 April 2026; Available online 30 April 2026

E-ISSN: 2614-4344 P-ISSN: 2476-8928

elemen beton bertulang yang terdiri dari dinding vertikal (*stem*), pondasi (*footing atau base slab*), yang terbagi menjadi dua bagian utama yaitu pelat *heel* dan pelat *toe*, serta counterfort. Pondasi berperilaku sebagai kantilever pada bagian pelat *toe*, sedangkan pada pelat *heel* berfungsi sebagai pelat bebas yang ditumpu oleh *stem* dan *counterfort* (Kalemci et al., 2020)

Seperti halnya struktur rekayasa pada umumnya, dinding penahan tanah dirancang agar memiliki ketahanan (*durability*), stabilitas, daktilitas, dan kekuatan yang cukup memadai ketika dirancang dengan metode konvensional. (Kalemci et al., 2020) Namun keterbatasan ketersediaan sumber daya menimbulkan kebutuhan akan desain yang paling ekonomis, selain tetap memenuhi seluruh persyaratan tersebut. (Tahsin Öztürk et al., 2020)

Saat ini, perkembangan perangkat keras dan perangkat lunak komputer telah mempermudah pemodelan matematis terhadap permasalahan rekayasa yang kompleks, sehingga permasalahan tersebut dapat di formulasikan sebagai masalah optimasi. (Gandomi et al., 2015)

Tinjauan perencanaan dinding penahan tanah sebagai upaya mitigasi bencana longsor pada ruas jalan Kabupaten Banggai Laut Desa Lampa kecamatan Banggai bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi desain dinding penahan tanah terhadap kondisi eksisting yang mengalami indikasi keruntuhan. Desain ini mencakup *Overtuning* atau desain terhadap guling, *STEM* desain, *Sliding Cals* atau desain terhadap geser, *HEEL* desain, *TOE* desain dan kombinasi beban yang bekerja dengan menggunakan bantuan software ASDIP Foundation.

## TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian yang ada saat ini sebagian besar berfokus pada dinding penahan tanah tipe counterfort. Berdasarkan metode keandalan orde dua (*second-order reliability method/SORM*) dan simulasi Monte Carlo (MCS). (Chouksey & Fale, 2017) Pada temuan tingkat ketidakandalan desain yang tinggi pada metode faktor keamanan tradisional untuk struktur dinding penahan tanah pada timbunan tinggi, untuk mengatasi masalah tersebut melalui pengembangan metode elemen hingga dan dinamis yang telah ditingkatkan. (Davies et al., 2011)

Seiring dengan perkembangan komputer dan internet, berbagai metode optimasi berbasis kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) telah diterapkan dalam bidang rekayasa teknik. (Tahsin Öztürk et al., 2020) telah melakukan desain optimal dinding penahan beton bertulang tipe counterfort menggunakan algoritma Teaching-Learning-Based-Optimization (TLBO) dan algoritma Jaya. Metode

jaringan saraf tiruan (*Artificial Neural Network/ANN*) yang digunakan sebagai alat untuk memprediksi dan mengoptimalkan luas baja tulangan dan volume beton pada dinding penahan counterfort, sehingga mampu menghemat material konstruksi. (Gowda, B.S.K. et al., 2012). (Yepes et al., 2020) mengoptimalkan penggunaan baja dan beton pada struktur dinding penahan tanah tipe counterfort menggunakan algoritma back hole, dan menemukan bahwa jarak antar counterfort merupakan parameter yang paling berpengaruh terhadap hasil analisis.

### Beton Bertulang

Perencanaan beton bertulang mengacu pada standar ACI 318-19 dengan tujuan untuk memperoleh desain yang optimal dan menekan biaya konstruksi dinding penahan tanah tanpa mengabaikan persyaratan stabilitas dan kekuatan struktur. (Ertosun Karabulut et al., 2025)

### Tekanan Tanah Lateral

Tekanan tanah lateral merupakan gaya yang muncul akibat dorongan massa tanah yang berada dibelakang struktur dinding penahan tanah. Besarnya tekanan ini dipengaruhi oleh pergerakan dinding penahan tanah dan karakteristik mekanik tanah yang menahannya. (Kurniawan et al., 2022)

### Kestabilan Terhadap Guling

(Hardiyatmo, 2011) mengemukakan bahwa stabilitas guling merupakan kondisi keseimbangan struktur terhadap kecenderungan terguling akibat tekanan tanah lateral yang berasal dari tanah timbunan dibelakang dinding penahan tanah. Kondisi ini dipicu oleh momen guling yang menyebabkan dinding berotasi dengan pusat putaran berada pada bagian ujung toe pelat pondasi.

## METODE

Penelitian dan tinjauan perencanaan ini dilakukan di ruas jalan Kabupaten Banggai Laut Desa Lampa Kecamatan Banggai yang terletak pada koordinat  $1^{\circ}36'45.60''S$  dan  $123^{\circ}29'56.47''T$  dengan panjang STA 0+000 sampai dengan STA 0+100 yang ditunjukkan pada gambar 1. Penelitian dan tinjauan perencanaan ini menggunakan analisis kekuatan dan stabilitas dinding penahan tanah menggunakan program ASDIP retaining wall v.5.5.3.3

Data awal pemodelan dinding penahan tanah dengan tipe counterfort yaitu daya dukung tanah  $280 \text{ kN/m}^2$ , berat volume tanah lembap  $18,8 \text{ kN/m}^3$ , berat volume tanah jenuh  $20 \text{ kN/m}^3$ , mutu beton  $30 \text{ MPa}$ , berat volume beton  $24 \text{ kN/m}^3$ , dan kuat leleh tulangan baja  $420 \text{ MPa}$ .

### ASDIP Retaining Wall v.5.5.2.0

ASDIP retaining wall merupakan perangkat lunak struktur yang dimanfaatkan dalam mendesain

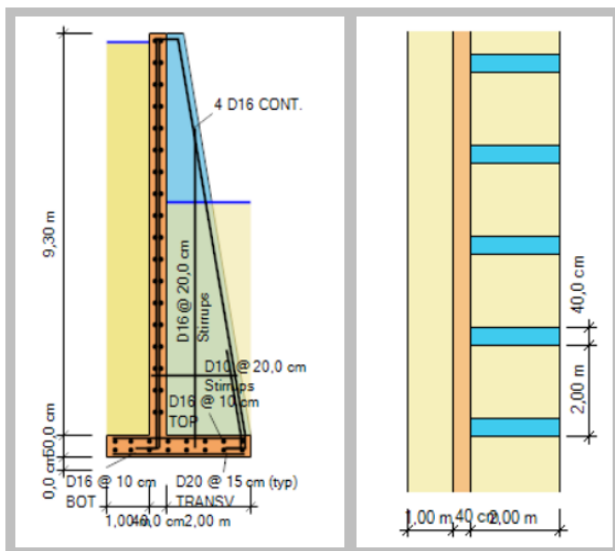
dinding penahan tanah. Program ini mampu menganalisis dinding penahan tanah tipe kantilever, counterfort, dan grafitasi dengan menggunakan data berupa dimensi geometri, karakteristik tanah, serta sudut lereng timbunan.(Rifki et al., 2025).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Desain Dinding Penahan Tanah**

Perencanaan awal pada lokasi penelitian yaitu menggunakan diinding penahan tanah tipe kantilever dengan tinggi 9,30 m, sehingga setelah di evaluasi terhadap kekuatan dan juga stabilitas maka ditentukan dinding penahan tanah tipe counterfort untuk mengatasi permasalahan tersebut dan juga sebagai upaya mitigasi bencana longsor. Data geometry yang digunakan pada desain dinding penahan tanah sebagai berikut :

- Tinggi Stem : 9,30 m
  - Tebal Stem : 0,40 m
  - Top lenght counterfort : 0,40 m
  - Bottom Length counterfort : 2,00 m
  - Jarak antar Counterfort : 2,00 m
  - Tebal Counterfort : 0,40 m
  - Tebal Footing : 0,50 m
  - Panjang Toe : 0,50 m
  - Panjang Heel : 2,00 m
  - Tinggi tanah bagian Toe : 9,10 m
  - Tinggi tanah timbunan backfill: 5,40 m
- Desain dinding penahan tanah tipe counterofort dapat ditunjukkan pada gambar 2 .



**Gambar 2.** Desain dinding penahan tanah tipe counterfort output ASDIP retain v.5.5.3.3

Berdasarkan hasil pemodelan dan analisis menggunakan program ASDIP retain v.5.5.3.3 pada kombinasi beban (D+H+0,7E) diperoleh beberapa hasil sebagai berikut:

a. Momen guling (Overtuning moment)

Gaya yang menyebabkan dinding mengalami guling berasal dari tekanan tanah aktif dan beban tambahan dibelakang dinding penahan tanah. Gambar 3 menunjukkan bahwa dinding penahan tanah tipe counterfort memenuhi persyaratan stabilitas terhadap guling dengan faktor keamanan sebesar 2,00>1,5. Momen penahan jauh lebih besar dibandingkan dengan momen pengguling sehingga struktur aman pada kondisi pembebanan yang ditinjau.

ASDIP Retain 5.5.3.3 COUNTERFORT RETAINING WALL DESIGN www.asdipsoft.com

OVERTURNING CALCULATIONS (Comb. D+H+0.7E)								
	OVERTURNING			RESISTING				
	Force KN/m	Arm m	Moment KN-m/m	Force KN/m	Arm m	Moment KN-m/m		
Backfill Pa	103,6	1,97	203,8	Stem Weight	89,3	1,20	107,1	
Water Table	8,2	0,51	4,2	Counterfort	53,6	2,07	110,7	
Surcharge Dead	0,0	2,95	0,0	Footing Weight	40,8	1,70	69,4	
Surcharge Live	0,0	2,95	0,0	Shear Key	0,0	1,40	0,0	
Strip Load Hor	0,0	0,00	0,0	Soil Cover @ Toe	171,1	0,50	85,5	
Horizontal Dead	0,0	2,95	0,0	Stem Wedge	0,0	1,40	0,0	
Horizontal Live	0,0	2,95	0,0	Backfill Weight	161,1	2,40	386,6	
Wind Load	0,0	9,04	0,0	Backfill Slope	0,0	2,73	0,0	
Seismic Backfill	57,1	3,54	202,3	Water Weight	3,3	2,40	7,8	
Seismic Water	0,4	0,51	0,2	Seismic Backfill	20,4	3,40	69,2	
Seismic Selfweight	0,0	0,00	0,0	Pa Vert @ Heel	25,8	3,40	87,8	
Passive Pressure	0,0	3,20	0,0	Vertical Dead	2,0	1,25	2,5	
	Rh = 169,4	OTM = 410,4		Vertical Live	0,0	1,25	0,0	
Arm of Horizontal Resultant	= 169,4	= 2,42 m		Surcharge Dead	0,0	2,40	0,0	
Arm of Vertical Resultant	= 510,5	= 1,61 m		Surcharge Live	0,0	2,40	0,0	
Overturning Safety Factor	= 2,00	> 1,1	OK	Strip Load Ver	0,0	2,92	0,0	
				Water Buoyancy	-50,7	1,70	-86,2	
				Rv = 510,5	RM = 819,8			

**Gambar 3.** Output ASDIP retaining v.5.5.3.3dinding penahan tanah tipe counterfort terhadap momen guling.

Kinerja desain Heel dan Toe

Gambar 4 menunjukkan kinerja hasil Analisis desain Heel dan Toe yang dilakukan pada kombinasi pembebanan (1,4D+0,9H). Desain heel merupakan bagian pelat pondasi yang berada dibelakan dinding dan berfungsi menahan tekanan tanah timbunan. Berdasarkan hasil analisis, beban yang pada heel yaitu berat tanah timbunan, tekanan tanah vertikal, beban struktur diatasnya sehingga hasil output total gaya yang bekerja adalah sebesar  $q_u = 131,8 \text{ kN/m}^2$ , sehingga hasil pemeriksaan terhadap gaya geser terfaktor ( $V_u$ ) sebesar  $131,8 \text{ kN/m}^2$  sedangkan output kapasitas geser beton ( $V_c$ ) sebesar  $196,1 \text{ kN/m}^2$  sehingga  $V_u < V_c$  maka desain heel aman terhadap keruntuhan geser tanpa memerlukan tulangan geser tambahan.

Pada pemeriksaan hasil desain Toe total gayammenghasilkan momen yang bekerja sebesar  $M_u$   $208,2 \text{ kN/m}$  dengan desain tulangan lentur output momen nominal terfaktor  $\phi M_n$  sebesar  $308,4 \text{ kN/m}$  dan Output pemeriksaan terhadap geser terfaktor  $s(V_u)$  sebesar  $181,3 \text{ kN/m}$ , sedangkan output kapasitas geser beton ( $V_c$ ) sebesar  $196,1 \text{ kN/m}$ , sehingga  $V_u < V_c$  maka desain Toe aman terhadap

keruntuhan geser tanpa memerlukan tulangan geser tambahan.

ASDIP Retain v.5.5.3.3 COUNTERFORT RETAINING WALL DESIGN <a href="http://www.asdipsoft.com">www.asdipsoft.com</a>	
<b>HEEL DESIGN (Comb. 1,4D+0,9H)</b>	
Upward Bearing .....	0,0 KN/m <sup>2</sup>
Concrete Weight .....	0,0 KN/m <sup>2</sup>
Backfill Weight .....	0,0 KN/m <sup>2</sup>
Backfill Slope .....	0,0 KN/m <sup>2</sup>
Water Weight .....	0,0 KN/m <sup>2</sup>
Surcharge Ver. ....	0,0 KN/m <sup>2</sup>
Strip Load Ver. ....	0,0 KN/m <sup>2</sup>
	131,8 KN/m <sup>2</sup>
Shear Force @ Crit. Sect. ...	131,8 KN/m OK
Resisting Shear $\phi V_c$ .....	196,1 KN/m
<i>Use D20 @ 15,0 cm (T &amp; B), parallel to the wall</i>	
-Mu = 43,9 KN-m < $\phi M_n$ = 308,4 KN-m	OK
Develop. Length Ld .....	30,0 cm
Minimum Steel Area Ratio .....	0,43 OK
Maximum Bar Spacing Ratio .....	0,33 OK
<b>TOE DESIGN (Comb. 0,9D+1,6H+E)</b>	
	Force Arm Moment
	KN/m m KN-m/m
Upward Pressure	465,0 283,8
water Buoyancy ...	13,4 0,50 6,7
Concrete Weight ..	-10,8 0,50 -5,4
Soil Cover .....	-154,0 0,50 -77,0
	313,7 Mu = 208,2
Shear Force @ Crit. Sect. ...	181,3 KN/m OK
Resisting Shear $\phi V_c$ .....	196,1 KN/m
<i>Use bott. bars D16 @ 10 cm, Transv. D20 @ 15 cm</i>	
Resisting Moment $\phi M_n$ .....	308,4 KN-m OK
Develop. Length Ratio at End .....	0,32 OK
Develop. Length Ratio at Stem .....	0,13 OK
Minimum Steel Area Ratio .....	0,45 OK
Maximum Bar Spacing Ratio .....	0,22 OK

**Gambar 4.** Output ASDIP retaining v.5.5.3.3 dinding penahan tanah tipe counterfort terhadap momen dan kapasitas geser

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil tinjauan perencanaan dinding penahan tanah sebagai upaya untuk mitigasi longsor pada ruas Jalan Kabupaten Banggai Laut Desa Lampa, dapat disimpulkan bahwa seluruh elemen struktur, stabilitas dan kekuatan struktur dinding penahan tanah tipe counterfort memenuhi persyaratan stabilitas dan kekuatan struktur, baik terhadap momen guling (overtuning), geser maupun lentur. seluruh elemen struktur dinding penahan tanah menunjukkan kapasitas lebih besar dari beban ultimit yang bekerja dan faktor keamanan yang memenuhi sehingga struktur dinyatakan aman berdasarkan standar desain yang digunakan.

## REFERENSI

- Alfana, S., Assafira, R. R. A., Situmorang, A., & Masvika, H. (2024). Analisis Stabilitas Lereng Dengan Dinding Penahan Tanah Menggunakan Perhitungan Manual Dan ASDIP Retain v.4.7.6. *Teknika*, 19(1), 26–37. <https://doi.org/10.26623/teknika.v19i1.7855>
- ACI 318-19 (2019) Commentary on, & Building Code Requirements for Structural Concrete. An ACI Standard. *ACI Committee 318*.
- Babcock, J. (2018). *Counterfort Retaining Wall*. 1, 2–11.
- Chethan V.R1; Sri RamaRaoT.A2; Keerthi Gowda B.S 3. (2012). Optimization of Counterfort Retaining Walls. *National Conference On Contemporary Civil Engineering Research And Practices*, May, 1–8.
- Chouksey, S. K., & Fale, A. (2017). Reliability analysis of counterfort retaining wall. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 8(7), 1058–1073. <https://doi.org/10.56748/ejse.11142>

Damians, I. P., Bathurst, R. J., Adroguer, E. G., Josa, A., & Lloret, A. (2017). Environmental assessment of earth retaining wall structures. *Environmental Geotechnics*, 4(6), 415–431. <https://doi.org/10.1680/jenge.15.00040>

Davies, P. R. E., Dodds, A., Ph, D., & Mcilquham, J. D. (2011). *Geo-Frontiers 2011 © ASCE 2011 3148*. 3148–3157.

Ertosun Karabulut, Z., Kurt, Z., Kalemci, E., Dede, T., & İkizler, S. B. (2025). Reinforced concrete cantilever retaining wall design consisting of two stage stem using Rao1 algorithm. *Engineering Computations (Swansea, Wales)*, 42(7), 2676–2693. <https://doi.org/10.1108/EC-10-2024-0957>

Gandomi, A. H., Kashani, A. R., Roke, D. A., & Mousavi, M. (2015). Optimization of retaining wall design using recent swarm intelligence techniques. *Engineering Structures*, 103, 72–84.

<https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2015.08.034>

Hardiyatmo. (2011). *Analisis dan Perancangan FONDASI I, Edisis kedua*. Gadjah Mada University Pers.

Jafaruddin, A. januar, Rokhman, R., pristianto, hendrik, saputra, asrul, & abidin, zainul. (2025). Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Bahan Tambah Kapur Terhadap Kuat Geser. *Jurnal Teknik Sipil : Rancang Bangun*, 11(01), 057–062.

<https://doi.org/10.33506/rb.v11i01.4381>

Kalemci, E. N., İkizler, S. B., Dede, T., & Angin, Z. (2020). Design of reinforced concrete cantilever retaining wall using Grey wolf optimization algorithm. *Structures*, 23(September 2019), 245–253.

<https://doi.org/10.1016/j.istruc.2019.09.013>

Khoeri, H., & Isvara, W. (2024). ANALISIS RESIKO GETARAN TANAH AKIBAT PENGEBORAN RENCANA PONDASI JEMBATAN YANG BERSIMPANGAN DENGAN JALUR PIPA GAS . *Jurnal Teknik Sipil : Rancang Bangun*, 10(2), 95–100. <https://doi.org/10.33506/rb.v10i2.3329>

Kurniawan; Indra, Endayanti, M. (2022). Analisa Perkuatan Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus : Area Bendungan Wampu Kecamatan Kuta Buluh Kabupaten Karo). *JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL, Vol 11 No*. <https://garuda.kemdiktisaintek.go.id/documents/detail/3830847>

Rifki, R., Lewakabessy, G., & Tahya, H. (2025). Analisis Dinding Penahan Tanah Pada Ruas Jalan Sumeith Pasinaro – SP Watui Kabupaten Seram Bagian Barat. *Jurnal Penelitian*

*Multidisiplin Bangsa*, 2(7), 1125–1139.  
<https://doi.org/10.59837/jpnmb.v2i6.644>

Siagian, N. K. (2024). THE INFLUENCE OF ADDING EMPTY PALM FRUIT BUNCH ASH AND SUGARCANE BAGASSE ASH TO EXPANSIVE CLAY SOIL ON SOIL COMPACTION. *Jurnal Teknik Sipil : Rancang Bangun*, 10(1), 047–056. Retrieved from <https://ejournal.um-sorong.ac.id/index.php/rancangbangun/article/view/3251>

Tahsin Öztürk, H., Dede, T., & Türker, E. (2020). Optimum design of reinforced concrete counterfort retaining walls using TLBO, Jaya algorithm. *Structures*, 25(February), 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2020.03.020>

Yepes, V., Martí, J. V., & García, J. (2020). Black hole algorithm for sustainable design of counterfort retaining walls. *Sustainability (Switzerland)*, 12(7), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su12072767>

Zhao, N., Xu, Y., Xiang, S., & Song, Y. (2022). Pressure distribution law on vertical plate of cellular-counterfort retaining structure. *Alexandria Engineering Journal*, 61(5), 3735–3745. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2021.08.076>