

# **Pengaruh Variasi Mutu Beton dan Diameter Tulangan Terhadap Momen dan Gaya Geser Nominal Pada DPT Beton Struktural Tipe Kantiliver**

**Hence Michael Wuaten**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda  
Email: hmw.wuaten@gmail.com

---

## **Artikel Informasi**

### **Riwayat Artikel**

Diterima, 20 Januari 2023

Direvisi, 25 Februari 2023

Disetujui, 25 Maret 2023

---

### **Kata Kunci:**

Dinding

Momen nominal

Geser nominal

---

## **ABSTRAK**

Dinding penahan tanah tipe kantiliver adalah salasatu konstruksi untuk penanganan longsor yang banyak digunakan. Pada dasarnya untuk menjaga stabilitasnya, struktur ini mengandalkan berat sendiri termasuk beban atau tanah timbunan yang berada di atas fondasi. Dalam penelitian ini dilakukan analisa terhadap dinding penahan tanah tipe kantiliver dengan parameter variasi mutu beton dan diameter baja tulangan yang dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh parameter tersebut terhadap momen nominal dan gaya geser nominal yang dihasilkan pada struktur dinding penahan tanah. Kriteria desain untuk penampang dan analisa stabilitas berdasarkan SNI 8460:2017 dan dari hasil analisa didapat bahwa variasi mutu beton dan baja tulangan tidak terlalu memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai momen nominal dan gaya geser nominal.

---

---

### **Keywords:**

Retaining Walls

Bending moment

Shear forces

---

## **ABSTRACT**

Cantilever type retaining walls are one of the most widely used structures for the handling of landslide. Basically, to maintain its stability, this structure relies on its own weight including the load or embankment that is on the foundation. In this study, an analysis was carried out of the retaining walls of the cantilever type with the parameters of the variation of the quality of concrete and the diameter of the steel reinforcement intended to know the influence of such parameters on the nominal moment and the style of nominal shear produced on the structure of the retaining wall. The design criteria for intersection and stability analysis based on SNI 8460:2017 and from the results of the analysis it was found that the variation in the quality of concrete and steel reinforcement did not give a significant influence on the value of nominal bending moment and nominal shear forces.

---



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

---

### **Penulis Korespondensi:**

Hence Michael Wuaten

Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

Email: hmw.wuaten@gmail.com

---

## PENDAHULUAN

Secara umum, konstruksi jalan dibangun pada lokasi punggung bukit, dimana hal ini bertujuan untuk meminimalisir pekerjaan galian dan timbunan yang tentu saja akan berpengaruh pada biaya konstruksi Pembangunan jalan tersebut. Pada beberapa kasus Pembangunan jalan pada punggung bukit atau lereng tentu saja memiliki resiko, seperti badan jalan mengalami longsor atau tertimbun longsor. Tanah longsor adalah proses terjadinya perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau campuran dari material-material tersebut, yang bergerak ke bawah atau keluar lereng. Proses terjadinya tanah longsor secara umum disebabkan oleh adanya air atau aliran air yang meresap ke dalam tanah yang kemudian menambah bobot tanah dan apabila pada suatu kondisi, air tersebut masuk dan menembus atau merembes kedalam lapisan tanah kedap air yang berperan sebagai bidang gelincir, maka tanah tersebut akan menjadi licin dan material tanah atau material pelapukan yang berada di atasnya akan bergerak mengikuti lereng dan keluar lereng.

Seperti kondisi jalan pada umumnya di Indonesia, ruas jalan Tenggara Seberang yang menghubungkan Kota Tenggara dengan Kota Samarinda pada umumnya dibangun di atas punggung bukit dan lereng, dimana pada beberapa titik merupakan daerah yang rawan atau memiliki potensi terjadinya longsor. Apabila terjadi longsor pada ruas jalan tersebut, tentu saja akan berakibat pada terganggunya aktivitas arus lalu-lintas atau kemungkinan terburuk terputusnya ruas jalan. Untuk mencegah terjadinya kondisi tersebut, tentu diperlukan penanganan baik dari sisi desain perencanaan, pelaksanaan dan pengawasan, serta pemeliharaan secara berkala. Secara umum, salasatu solusi penanganan yang banyak digunakan dalam penanganan dan pencegahan longsor adalah dengan menggunakan struktur dinding penahan tanah. Dinding penahan tanah beton bertulang pertama kali ditemukan oleh insinyur dari Perancis bernama Vidal (Kong, et.al, 2021). Menurut Hardiyatmo (2010) bahwa struktur dinding penahan tanah, dapat digunakan untuk menahan tekanan lateral tanah yang dihasilkan oleh tanah asli atau tanah urugan yang labil dan stabilitas dinding penahan tanah tersebut diperoleh dari berat sendiri dinding dan tanah yang berada di atas pelat fondasi dinding. Sedangkan menurut Chaugule, et.al (2019) fungsi utama dari dinding penahan tanah adalah untuk menstabilkan lereng dan menahan erosi. Dalam penelitian ini, akan dilakukan analisa dan desain terhadap struktur dinding penahan tanah beton struktural tipe kantiliver dengan parameter variasi mutu beton dan diameter baja tulangan, yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan variasi mutu beton dan diameter baja tulangan terhadap momen nominal dan gaya geser nominal pada struktur dinding penahan tanah.

## TINJAUAN PUSTAKA

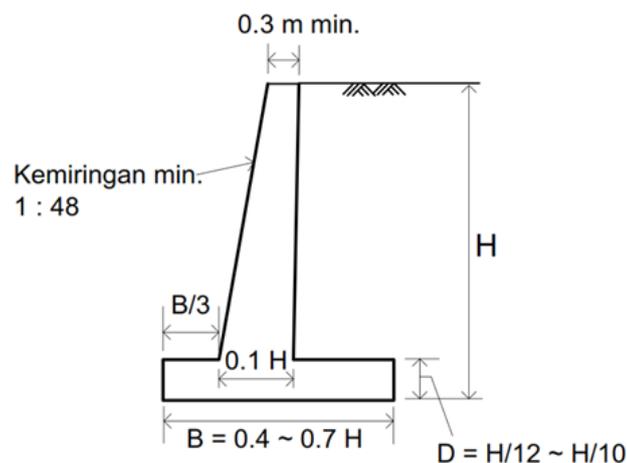
### Tipe Dinding Penahan Tanah

Menurut SNI 8460:2017 tentang persyaratan perancangan geoteknik Pasal 10, struktur dinding penahan tanah dibagi menjadi 4 tipe yaitu, tipe gravitasi dan semi gravitasi, tipe kantiliver, tipe kantiliver dengan pengaku, serta tipe khusus. Pertama, dinding penahan tanah tipe gravitasi dan semi gravitasi, adalah dinding penahan tanah yang mengandalkan bobotnya sendiri untuk menjaga stabilitasnya, dapat terbuat dari pasangan batu kali dan beton tidak bertulang atau sedikit tambahan tulangan (semi gravitasi) dan tidak ekonomis apabila digunakan untuk menahan tanah yang tinggi. Kedua, dinding penahan tanah tipe kantiliver, adalah tipe dinding yang mengandalkan berat sendiri, ditambah bobot tanah yang berada di atas *base slab* dinding, terbuat dari beton struktural dan sangat cocok untuk dinding penahan hingga

ketinggian 8 meter. Ketiga, dinding penahan tanah tipe kantiliver dengan pengaku adalah dinding penahan tanah yang mengandalkan berat sendiri, ditambah bobot tanah yang berada di atas *base slab* dinding dan tambahan pengaku (*rib*) yang dipasang pada jarak tertentu. Apabila pengaku dipasang di belakang dinding maka tipe ini akan disebut tipe *counterforth* dan apabila pengaku dipasang di depan dinding, maka tipe ini akan disebut tipe *buttress*. Keempat, adalah dinding penahan tanah khusus yang mengandalkan berat sendiri, tetapi jenis konstruksi yang digunakan dapat berupa *crib wall* atau susunan beton pracetak, dimana pada ruang bagian tengah diisi dengan agregat, batu pecah atau material berbutir lainnya dan lebih cocok digunakan pada dinding dengan ketinggian 2 meter sampai 7 meter. Jenis lain dari dinding penahan tanah tipe khusus adalah bronjong (*gabion*) yang menggunakan kawat anyaman dan pada ruang bagian tengah diisi dengan batu bongkahan (*boulder*).

### Dimensi dan Stabilitas Dinding Penahan Tanah Tipe Kantiliver

Menurut SNI 8460:2017 Pasal 10.2.5.1, bahwa untuk dimensi dinding penahan tanah tipe kantiliver dapat ditentukan berdasarkan kondisi pada Gambar 1.



Gambar 1 Penentuan dimensi dinding penahan tanah menurut SNI 8460:2017

Menurut SNI 8460:2017 Pasal 10.2.5.3, bahwa struktur dinding penahan tanah harus memenuhi persyaratan stabilitas terhadap guling dengan faktor keamanan minimal 2, geser lateral dengan faktor keamanan minimal 1,5 dan daya dukung dengan faktor keamanan minimal 3.]

## METODE PENELITIAN

### [Data Tanah dan Penentuan Dimensi

Dalam penelitian ini, data tanah yang digunakan adalah data sekunder yang didapat dari pihak perencana berdasarkan data hasil pengujian tanah seperti disajikan dalam Tabel 1. Sedangkan dimensi dinding penahan tanah didesain berdasarkan ketentuan dalam SNI 8460:2017 Pasal 10.2.5.1 dan variasi mutu beton serta diameter baja tulangan yang digunakan disajikan pada Tabel 2 sampai Tabel 3.

Tabel 1 Data tanah hasil pengujian di lapangan

Lapis	Kedalaman		Tebal	N SPT	Nilai Hasil Uji Laboratorium  $\gamma = 25,6 \text{ kN/m}^3$ $\phi = 16,65^\circ$ $c = 32,1 \text{ kPa}$
1	0	2	2	5	
2	2	4	2	51	
3	4	6	2	60	
4	6	8	2	60	
5	8	10	2	60	
6	10	12	2	60	
7	12	14	2	60	

Tabel 2 Dimensi dinding penahan tanah kondisi 1

Elemen	Dimensi (mm)	Syarat SNI 8460:2017
Lengan Dinding (H)	3000	-
Lebar <i>stem</i> atas	300	Minimal 300 mm
Lebar <i>stem</i> bawah	400	0,1.H
Panjang kaki ( <i>toe</i> )	1000	B/3
Panjang tumit ( <i>heel</i> )	2000	-
Tinggi <i>toe</i> dan <i>heel</i>	500	H/12 – H/10
Tinggi <i>key</i>	400	-

Tabel 3 Variasi diameter baja tulangan dan mutu beton

Kondisi	Dia. Tul (mm)	Mutu Baja	Mutu Beton (mPa)			
1	D13 - 50	420	22,5	25	27,5	30
2	D16 - 100	420	22,5	25	27,5	30
3	D19 - 150	420	22,5	25	27,5	30
4	D22 - 200	420	22,5	25	27,5	30

### Beban Pada Dinding

Beban hidup terbagi rata pada dinding diambil sebesar 15 kN/m sesuai ketentuan dalam Tabel 24 SNI 8460:2017 untuk jalan kelas I. Beban gempa ditentukan berdasarkan klasifikasi situs lokasi titik desain dari aplikasi LINI Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Hasil perhitungan nilai N SPT rata-rata tanah untuk penentuan klasifikasi situs disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4 Penentuan klasifikasi situs

Lapis	Kedalaman (m)		Tebal (m)	N SPT	$N' = d_i / N_i$
1	0	2	2	5	0,400
2	2	4	2	51	0,039
3	4	6	2	60	0,033
4	6	8	2	60	0,033
5	8	10	2	60	0,033
6	10	12	2	60	0,033
7	12	14	2	60	0,033
Jumlah		$\Sigma d_i =$	14,00	$\Sigma d_i / N_i =$	0,606
N SPT rata-rata					23,107

Berdasarkan nilai N SPT rata-rata, maka sesuai ketentuan dalam SNI 8460:2017 Tabel 53, kondisi di lokasi termasuk dalam klasifikasi situs tanah sedang. Dari aplikasi LINI Bina Marga didapat nilai PGA sebesar 0,047 dan nilai faktor amplifikasi sebesar 1,6 didapat dari Tabel 53 SNI 8460:2017.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kontrol Stabilitas Dinding Penahan Tanah

Berdasarkan dimensi DPT dan data tanah yang ada, kemudian dilakukan perhitungan terhadap stabilitas, dimana hasil perhitungan disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5 Hasil perhitungan stabilitas dinding penahan tanah

Kontrol Stabilitas	Hasil	Syarat	Keterangan
Guling terhadap titik X pada DPT	4,412	2	Memenuhi
Geser pada DPT kondisi ada tekanan tanah pasif	1,665	1,50	Memenuhi
Geser pada DPT dengan kondisi tanpa tekanan tanah pasif	1,629	1,50	Memenuhi
Guling terhadap titik X pada DPT akibat beban seismik	3,479	1,10	Memenuhi
Geser pada DPT dengan kondisi ada tekanan tanah pasif akibat tambahan beban seismik	1,508	1,10	Memenuhi
Geser pada DPT kondisi tanpa ada tekanan tanah pasif akibat tambahan beban seismik	1,476	1,10	Memenuhi
Daya dukung tanah terhadap gaya yang bekerja pada dasar DPT, dimana $q_a > q_{max}$ (kN/m <sup>2</sup> )	56,91	84,563	Tidak Memenuhi

Pada Tabel di atas terlihat bahwa nilai stabilitas dinding penahan tanah terhadap guling dan geser memenuhi persyaratan minimum dalam SNI 8460:2017 Pasal 10.2.5.3, sedangkan persyaratan daya dukung tanah tidak terpenuhi, karena nilai kapasitas dukung tanah yang dihitung dengan persamaan menurut Terzhagi dan Peck (1943) lebih kecil dari nilai kapasitas dukung tanah maksimum dan untuk kondisi ini diperlukan pondasi tiang, untuk menambah kapasitas dukung tanah.

**Momen dan Gaya Geser**

Dari hasil perhitungan untuk 4 kondisi, didapat nilai momen ultimit dan momen nominal yang bekerja pada dinding penahan tanah seperti disajikan pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6 Momen ultimit dan momen nominal pada dinding

Mutu (mPa)	M <sub>u</sub> (kN.m)	Kondisi 1 M <sub>n</sub>	Kondisi 2 M <sub>n</sub>	Kondisi 3 M <sub>n</sub>	Kondisi 4 M <sub>n</sub>
22,5	156,219	213,419	165,878	155,815	155,518
25		216,344	167,556	157,298	157,018
27,5		218,737	168,928	158,512	158,244
30		220,732	170,072	159,523	159,267

Tabel 7 Momen ultimit dan momen nominal pada tumit (*heel*) dan kaki (*heel*)

Mutu (mPa)	M <sub>u</sub> (kN.m)	Kondisi 1 M <sub>n</sub>	Kondisi 2 M <sub>n</sub>	Kondisi 3 M <sub>n</sub>	Kondisi 4 M <sub>n</sub>
22,5	265,200	380,662	292,547	274,897	275,260
25		383,587	294,225	276,380	276,759
27,5		385,980	295,597	277,594	277,986
30		387,974	296,741	278,605	279,009

Pada Tabel 6 dan Tabel 7, nilai momen nominal terlihat mengalami kenaikan setiap mengalami penambahan mutu beton. Sebagai contoh, diambil perhitungan pada Tabel 6 kondisi 1, dimana nilai kenaikan mutu beton dari 22,5 mPa ke 25 mPa memberikan kenaikan momen nominal sebesar 1,37%, dari 25 mPa ke 27,5 mPa mengalami kenaikan 1,11% dan dari 27,5 mPa ke 30 mPa mengalami kenaikan 0,91%. Pada kondisi 2 nilai momen nominal cenderung mengalami penurunan dibandingkan dengan kondisi 1, hal ini lebih disebabkan karena pada kondisi 2 walaupun diameter tulangan diperbesar dari D13 menjadi D16, tetapi jarak tulangan mengalami perubahan yaitu dari 50 mm menjadi 100 mm. Fenomena ini terjadi karena dalam perhitungan momen nominal kebutuhan tulangan sangat dipengaruhi oleh diameter dan jarak antara tulangan, semakin rapat jarak tulangan dipasang, maka akan semakin besar kapasitas momen nominal yang dihasilkan.

Untuk nilai gaya geser ultimit dan gaya geser nominal yang bekerja pada dinding penahan tanah disajikan pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8 Gaya geser ultimit dan gaya geser nominal pada dinding

Mutu (mPa)	$V_u$ (kN)	Kondisi 1 $V_n$	Kondisi 2 $V_n$	Kondisi 3 $V_n$	Kondisi 4 $V_n$
22,5	118,367	143,390	142,500	141,611	140,721
25		151,146	150,208	149,271	148,333
27,5		158,523	157,540	156,557	155,573
30		165,572	164,545	163,518	162,491

Tabel 9 Gaya geser ultimit dan gaya geser nominal pada tumit (*heel*) dan kaki (*heel*)

Mutu (mPa)	$V_u$ (kN)	Kondisi 1 $V_n$	Kondisi 2 $V_n$	Kondisi 3 $V_n$	Kondisi 4 $V_n$
22,5	198,000	242,211	241,321	240,432	239,543
25		255,313	254,375	253,438	252,500
27,5		267,774	266,791	265,807	264,824
30		279,681	278,654	277,627	276,600

Pada Tabel 9 dan Tabel 10, nilai gaya geser nominal terlihat mengalami kenaikan setiap mengalami penambahan mutu beton. Sebagai contoh, diambil perhitungan pada Tabel 8 kondisi 1, dimana nilai kenaikan mutu beton dari 22,5 mPa ke 25 mPa memberikan kenaikan gaya geser nominal sebesar 5,41%, dari 25 mPa ke 27,5 mPa mengalami kenaikan 4,88% dan dari 27,5 mPa ke 30 mPa mengalami kenaikan 4,15%. Dalam penelitian ini, kenaikan nilai gaya geser nominal lebih signifikan dibandingkan dengan momen lentur nominal, hal ini disebabkan dalam perhitungan gaya geser nominal terdapat nilai kuat geser yang disumbangkan oleh beton ( $V_c$ ) dan nilai kuat geser yang disumbangkan oleh baja tulangan ( $V_s$ ) yang memberikan kontribusi terhadap nilai gaya geser nominal. Fenomena menarik lainnya bahwa gaya geser nominal cenderung mengecil pada kondisi berikutnya ketika diameter tulangan utama diperbesar, dimana hal ini lebih cenderung dipengaruhi oleh tinggi efektif ( $d$ ) yang mengalami perubahan nilai ketika diameter tulangan diperbesar. |

## KESIMPULAN

[Dari hasil analisa terlihat bahwa variasi mutu beton dan diameter tulangan tidak memberikan pengaruh terhadap stabilitas dinding penahan tanah. Stabilitas dinding cenderung ditentukan oleh dimensi dinding, tinggi dinding, propertis tanah dan beban yang bekerja pada dinding. Terhadap momen nominal, variasi mutu beton dan diameter tulangan juga tidak memberikan pengaruh yang signifikan, karena nilai momen nominal lebih ditentukan oleh

kebutuhan luas penampang tulangan dan jarak tulangan yang terpasang. Sedangkan terhadap gaya geser nominal variasi mutu beton dan diameter baja tulangan memberikan pengaruh pada gaya geser nominal yang berasal dari nilai gaya geser yang disumbangkan oleh beton dan baja tulangan. Untuk peluang penelitian dimasa yang akan datang, adalah dikaji pada setiap variasi level ketinggian, dan divariasikan pada tipe dinding penahan tanah lainnya.]

#### DAFTAR PUSTAKA

- [Badan Standarisasi Nasional. (2017). *SNI 8460:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik*. Jakarta
- Chaugule, V., Bahdkumber, A. C., Patil, S. M., Khannamwar, P.V., (2019). *A Review on Behaviour Retaining Wall*. Proceedings of Conference on Advances on Trends in Engineering Projects (NCTEP-2019), 36-38.
- Kong, S.M., Oh, DW., Lee, S.Y., Jung, H.S., Lee, Y.J., (2021). *Analysis of Reinforced Retaining Wall Failure Based on Reinforcement Length*. International Journal of Geo-Engineering (2021) 12: 13. 01-14.
- Hardiyatmo, H.C. (2010). *Analisa dan Perancangan Fondasi I*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.]