

## Desain Penanganan Longsor Di Ruas Jalan Patikraja – Rawalo KM. 16+900 Kab. Banyumas

Agung Hari Wibowo, Ratih Pujiastuti, Tenardhy Aryarama Wijaya, Alif Agus Tiyanto, Hikmah Monica  
Program Studi Teknik Sipil, Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman, Ungaran, Indonesia  
E-mail Korespondensi: agungundaris@gmail.com

### ABSTRACT

*This study focuses on the technical design of a retaining wall as a solution for landslide management on the Patikraja – Rawalo KM. 16+900 road section, Banyumas Regency. This road section, which is part of the Southern Cross Route of Java Island with a Primary Arterial Road function, is adjacent to the Serayu River which has the potential to cause scour. The methodology includes data collection, hydrological analysis, hydraulics, sedimentation, scour, and initial design of the protective structure. Data from soil investigations, traffic loads, and material characteristics are used to determine the dimensions, stability, and reinforcement design of a reinforced concrete retaining wall (DPT) with a bored pile foundation. The analysis results indicate the need for a bored pile foundation with a diameter of 60 cm and a length of 10 m, accompanied by D19-100 main reinforcement at the bottom of the wall and D16-100 at the top, and D22-100 flexural reinforcement for the pile cap. Control of overturning, shear, and bearing capacity stability is crucial in ensuring the safety of the structure.*

**Keywords:** Retaining Wall, Slip Surface, Slope Stability, Bored Pile.

### ABSTRAK

Penelitian ini memfokuskan pada desain teknis dinding penahan tanah sebagai solusi penanganan longsor di Ruas Jalan Patikraja – Rawalo KM. 16+900, Kabupaten Banyumas. Ruas jalan ini, yang merupakan bagian dari Jalur Lintas Selatan Pulau Jawa dengan fungsi Jalan Arteri Primer, berdekatan dengan Sungai Serayu yang berpotensi menyebabkan gerusan. Metodologi meliputi pengumpulan data, analisis hidrologi, hidrolika, sedimentasi, gerusan, serta perancangan awal struktur pelindung. Data penyelidikan tanah, beban lalu lintas, dan karakteristik material digunakan untuk menentukan dimensi, stabilitas, dan perancangan tulangan dinding penahan tanah (DPT) tipe beton bertulang dengan fondasi bored pile. Hasil analisis menunjukkan perlunya fondasi bored pile diameter 60 cm dengan panjang 10 m, disertai tulangan pokok D19-100 pada bagian bawah dinding dan D16-100 pada bagian atas, serta tulangan lentur D22-100 untuk pile cap. Kontrol stabilitas guling, geser, dan daya dukung menjadi krusial dalam memastikan keamanan struktur.

**Kata Kunci :** Dinding Penahan Tanah, Longsor, Stabilitas Lereng, Tiang Bor.

### PENDAHULUAN

Ruas Jalan Patikraja – Rawalo, yang membentang sepanjang 9,13 kilometer, merupakan penghubung vital antara Cilacap / Kebumen dengan Banyumas / Purwokerto. Sebagai Jalan Nasional dengan fungsi Jalan Arteri Primer (JAP) (Kepmen PUPR No. 430/KPTS/M/2022), kelancaran lalu lintas di ruas ini sangat

penting. Secara geografis, sebagian ruas jalan ini berdekatan dengan Sungai Serayu, salah satu DAS terbesar di Provinsi Jawa Tengah, yang memiliki debit aliran tinggi (BBWS Serayu Opak, 2021). Morfologi Sungai Serayu yang berkelok-kelok di daerah hilir Ruas Patikraja – Rawalo menimbulkan potensi gerusan yang dapat membahayakan stabilitas ruas jalan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan rekomendasi desain teknis

bangunan pelindung berupa dinding penahan tanah (*retaining wall*) yang stabil dan aman.

Desain dinding penahan tanah memerlukan analisis komprehensif dari berbagai disiplin ilmu ketekniksipilan, termasuk hidrologi, geoteknik, dan struktur. Aspek geoteknik menjadi sangat penting karena berkaitan langsung dengan karakteristik tanah di lokasi, yang akan memengaruhi stabilitas keseluruhan struktur. Beban yang ditahan oleh dinding penahan tanah tidak hanya berasal dari tekanan tanah lateral, tetapi juga dari beban lalu lintas di atas jalan arteri tersebut. Oleh karena itu, integrasi data penyelidikan tanah yang akurat dan perhitungan beban yang realistis adalah kunci dalam perancangan yang optimal.

Pada artikel ini, akan dibahas secara detail mengenai desain penanganan lereng potensi longsor dengan fokus pada: (1) deskripsi hasil pengujian tanah di lokasi studi, (2) perhitungan beban jalan arteri dan beban tanah, (3) penentuan dimensi tipikal dinding penahan tanah, (4) kontrol stabilitas dinding penahan tanah terhadap guling, geser, dan daya dukung, (5) perancangan struktural tulangan dinding penahan tanah, (6) perhitungan daya dukung fondasi dalam menggunakan *bored pile*, (7) kontrol defleksi lateral dan

*settlement* fondasi, dan (8) perhitungan tulangan *bored pile*. Seluruh analisis ini bertujuan untuk menghasilkan desain yang aman, efisien, dan sesuai dengan standar yang berlaku.

Penelitian ini mengadopsi tiga tahapan utama: pengumpulan data, analisis data, dan pelaporan. Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari BMKG, BBWS Serayu Opak, Pusdataru Provinsi Jawa Tengah, dan Data DEM-Nas.

### Data Penyelidikan Tanah

Data penyelidikan tanah merupakan elemen krusial dalam perancangan dinding penahan tanah. Di lokasi penelitian, dilakukan pengujian *Standard Penetration Test* (SPT) dan uji geser langsung (*direct shear test*) pada sampel tanah dari dua titik bor (BH-01 dan BH-02) hingga kedalaman 30 meter.

Hasil pengujian menunjukkan stratigrafi tanah yang bervariasi:

- Permukaan (0-2 m): Timbunan dengan kerakal.
- 2-5 m: Lempung berwarna coklat, kaku.
- 5-8 m: Batu lempung berwarna coklat, keras.
- 8-16 m: Pasir berwarna coklat, sangat padat, dengan beberapa lapisan mengandung kerakal. Kedalaman ini menunjukkan tanah keras dengan nilai N-SPT > 60, menjadikannya ideal untuk tumpuan fondasi dalam.
- 16-24 m: Batu lempung tufa dengan

konsistensi keras.

- 24-26 m: Pasir coklat, padat sedang.
- 26-28 m: Pasir kelempungan, berwarna coklat, padat.
- 28-30 m: Batu lempung tufa, keras.

Parameter tanah yang diperoleh dari uji laboratorium meliputi:

- *Specific gravity* (Gs): Berkisar antara 2,639 hingga 2,685.
- *Water Content* (W): Beragam, dari 11,19% hingga 33,26%.
- *Wet Density* ( $\gamma_b$ ): Antara 1,782 gr/cm<sup>3</sup> dan 2,145 gr/cm<sup>3</sup>.
- *Dry Density* ( $\gamma_d$ ): Antara 1,594 gr/cm<sup>3</sup> dan 1,610 gr/cm<sup>3</sup>.
- *Degree of Saturation* (S): Dari 17,97% hingga 53,55%.
- *Liquid Limit* (LL): Dari 27,66% hingga 38,21%.
- *Plastic Limit* (PL): Dari 16,42% hingga 18,03%, dengan beberapa sampel non plastis.
- *Plasticity Index* (PI): Antara 11,24% dan 20,94%.
- Distribusi Ukuran Butiran: Dominasi pasir (22,83-62,79%), *silt* (6,05-19,17%), dan *clay* (16,19-59,02%). *Gravel* ditemukan dalam jumlah kecil (0,22-14,50%).
- Kohesi (Cu): 0,103 kg/cm<sup>2</sup> (untuk BH-01) dan 0,116-0,118 kg/cm<sup>2</sup>

(untuk BH-02).

- Sudut Geser Dalam ( $\phi$ ): 15,29° (untuk BH-01) dan 13,61-15,58° (untuk BH-02).

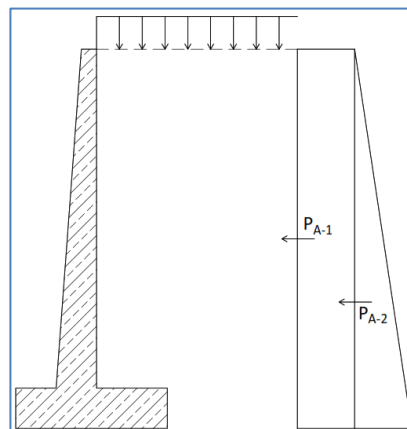
Data ini menjadi dasar dalam perhitungan stabilitas dan perancangan fondasi dinding penahan tanah.

### Perhitungan Beban

Dinding penahan tanah dirancang untuk menahan beban lateral akibat tekanan tanah dan beban lalu lintas.

### Beban Horizontal

Beban lalu lintas pada jalan arteri dikonversikan menjadi beban ekuivalen q sebesar 15 kN/m<sup>2</sup> [5]. Selain itu, beban tanah timbunan sebesar 18 kN/m<sup>3</sup> dengan sudut geser ( $\phi$ ) 30° dan kohesi 0 digunakan dalam perhitungan tekanan tanah aktif.



Gambar 1 Permodelan Gaya Horizontal yang Bekerja

Koefisien Tekanan Tanah Lateral ( $K_a$ ) dihitung menggunakan rumus Rankine:

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

Dengan  $\phi = 30^\circ$ , maka  $K_a = 0.33$

Beban horizontal akibat tekanan tanah dan lalu lintas dihitung sebagai  $P_{A-1}$  dan  $P_{A-2}$ .

$$P_{A-1} = q * H * K_a$$

$$P_{A-1} = 15 * 7.5 * 0.33 = 37.5 \text{ kN}$$

Momen akibat  $P_{A-1}$  terhadap dasar:

$$MP_{A-1} = 37.5 * (1/2 * 7.5) = 140.63 \text{ kNm}$$

$$P_{A-2} = 0.5 * \gamma * H^2 * K_a$$

$$P_{A-2} = 0.5 * 7.5^2 * 0.33 = 168.75 \text{ kN}$$

Momen akibat  $P_{A-2}$  terhadap dasar:

$$MP_{A-2} = 168.75 * (7.5 / 3) = 421.88 \text{ kNm}$$

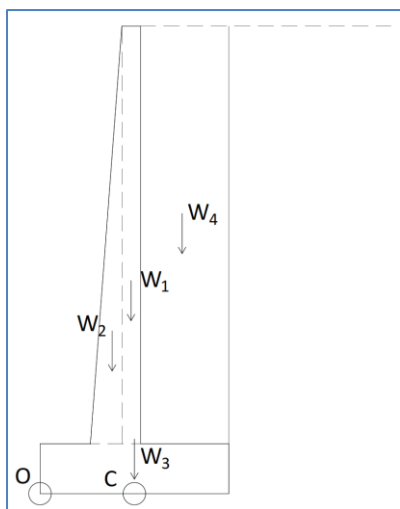
Total gaya horizontal ( $\Sigma P_A$ ) dan total momen ( $\Sigma MP_A$ ) dihitung sebagai:

$$\Sigma P_A = 37.5 + 168.75 = 206.25 \text{ kN}$$

$$\Sigma MP_A = 140.63 + 421.88 = 562.51 \text{ kNm}$$

### Beban Vertikal

Beban vertikal berasal dari berat sendiri dinding penahan tanah dan berat tanah di atas tumit fondasi. Dinding penahan tanah didesain dengan tipe beton bertulang.



Gambar 2 Permodelan Gaya Vertikal yang Bekerja

$$W_1 = 0.3 * 6.7 * 24 * 1 = 48.24 \text{ kN}$$

$$W_2 = (0.8 - 0.3) * 6.7 * 0.5 * 24 * 1 = 40.2 \text{ kN}$$

$$W_3 = 3 * 0.8 * 24 * 1 = 57.6 \text{ kN}$$

$$W_4 = 1.4 * 18 * 6.7 = 168.84 \text{ kN}$$

$$\Sigma W = 48.24 + 40.2 + 57.6 + 168.84 = 314.88 \text{ kN}$$

### Penentuan Dimensi Dinding Penahan Tanah

Dimensi dinding penahan tanah (DPT) ditentukan berdasarkan kondisi topografi lapangan, elevasi muka air normal dan banjir, serta kedalaman gerusan sungai.

### Kondisi Topografi dan Muka Air

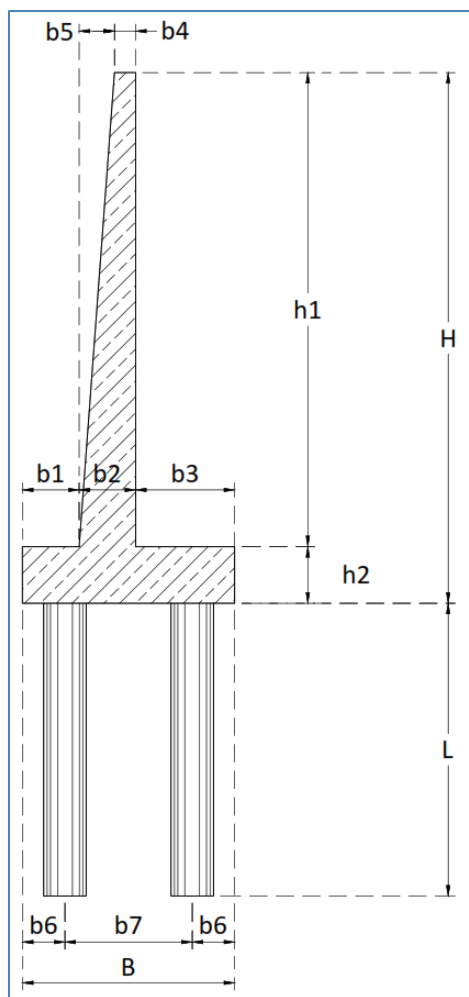
Lokasi penelitian berada di Kecamatan Rawalo, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah, pada koordinat -7.519, 109.202. Kedalaman gerusan yang diperoleh dari analisis hidrolika dan gerusan (*Hasil Olah data Peneliti*) adalah 2,51 meter. Tinggi muka air banjir (MAB) dan kecepatan aliran juga dipertimbangkan untuk menentukan ketinggian efektif dinding.

### Dimensi Tipikal Dinding Penahan Tanah

Berdasarkan parameter-parameter di atas, dimensi tipikal dinding penahan tanah dirancang sebagai berikut:

- Tinggi total dinding ( $H$ ) = 7,5 m
- Lebar telapak fondasi ( $B$ ) = 3,0 m
- Panjang fondasi ( $L$ ) = 10 m
- Tinggi bagian atas dinding ( $h_1$ ) = 6,7 m
- Tebal dasar fondasi ( $h_2$ ) = 0,8 m
- Lebar bagian atas dinding ( $b_4$ ) = 0,3 m
- Lebar tumit fondasi ( $b_5$ ) = 0,5 m
- Lebar ujung fondasi ( $b_6$ ) = 0,6 m

- Antara ujung fondasi ( $b_7$ ) = 1,8 m



Gambar 3 Preliminary Desain Dinding Penahan Tanah

### Kontrol Stabilitas Dinding Penahan Tanah

Kontrol stabilitas dinding penahan tanah dilakukan terhadap tiga aspek utama: guling (*overturning*), geser (*shear*), dan daya dukung (*bearing capacity*). Analisis ini mengikuti persyaratan dalam SNI 8460:2017.

### Kontrol Stabilitas Geser

Faktor aman terhadap geser ( $SF_{\text{shear}}$ ) adalah rasio antara gaya penahan geser

(*resisting force*) dan gaya penggeser (*driving force*). Gaya penahan geser dihitung berdasarkan kohesi tanah ( $C_u$ ), sudut geser dalam ( $\phi$ ), dan berat vertikal ( $\Sigma W$ ) dinding.

Data tanah menunjukkan kohesi ( $C_u$ ) sebesar  $0,103 \text{ kg/cm}^2$  dan sudut geser dalam ( $\phi$ )  $15,29^\circ$ .

$$SF_{\text{shear}} = (B * C_u + \Sigma W * \tan \phi) / \Sigma PA$$

$$SF_{\text{shear}} = (3 * 10.3 + 314.88 * \tan 15.29) / 206.25$$

$$SF_{\text{shear}} = (30.9 + 86.08) / 206.25 = 0.57$$

Persyaratan faktor aman geser minimum adalah 1,50. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa dinding tidak stabil terhadap geser. Ini mengindikasikan perlunya perbaikan desain, khususnya pada fondasi, dengan menggunakan fondasi dalam.

### Kontrol Stabilitas Guling

Faktor aman terhadap guling ( $SF_{\text{overturning}}$ ) adalah rasio antara momen penahan guling ( $M_{\text{penahan}}$ ) dan momen penggerak guling ( $M_{\text{dorong}}$ ).

Momen penahan guling (Momen terhadap titik O) dihitung dari gaya-gaya vertikal ( $W_1, W_2, W_3, W_4$ ) dikalikan dengan jarak ke titik O. Dari perhitungan diperoleh  $M_{\text{penahan}} = 598.28 \text{ kNm}$ .

Momen penggerak guling ( $M_{\text{dorong}}$ ) adalah total momen horizontal ( $\Sigma MP_A$ ) =  $562.51 \text{ kNm}$ .

$$SF_{\text{overturning}} = M_{\text{penahan}} / M_{\text{dorong}} = 598.28 / 562.51 = 1.064$$

Persyaratan faktor aman guling minimum adalah 2,00. Hasil perhitungan  $SF_{\text{overturning}} = 1.064$  menunjukkan bahwa dinding tidak stabil terhadap guling.

### Kontrol Stabilitas Daya Dukung

Kontrol daya dukung tanah dilakukan dengan membandingkan daya dukung izin tanah ( $q_a$ ) dengan tekanan maksimum yang terjadi pada dasar fondasi ( $q_{\text{maks}}$ ). Perhitungan daya dukung tanah menggunakan pendekatan Meyerhoff (1956) dan Bowles (1968), dengan data N-SPT 28 pada lokasi *pile cap* dan lebar fondasi ( $B$ ) = 3,00 m.

Teori Meyerhoff

$$\begin{aligned} q_a &= 8 \text{ N } ((B+0,3) / B)^2 \\ &= 224 \times 1.21 \\ &= 271.04 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Teori Bowles

$$\begin{aligned} q_a &= 12.5 \text{ N } ((B+0,3) / B)^2 \\ &= 350 \times 1.21 \\ &= 423.5 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Nilai daya dukung izin tanah ( $q_a$ ) diambil dari nilai terkecil antara Meyerhoff dan Bowles, yaitu 271.04 kN/m<sup>2</sup>. Tekanan maksimum ( $q_{\text{maks}}$ ) pada dasar fondasi dihitung dengan mempertimbangkan eksentrisitas ( $e$ ).

$$\begin{aligned} e &= 0,5 B - (\Sigma M_{\text{penahan}} - \Sigma M_{\text{dorong}}) / \Sigma W \\ &= 3/2 - (125.96 - 562.5) / 314.88 = 0.11 \end{aligned}$$

Karena  $e < B/6$  ( $0.11 \text{ m} < 0.5 \text{ m}$ ), maka kondisi OK (titik berat jatuh pada area  $1/6 B$  di Tengah pondasi).

$$\begin{aligned} q_{\text{maks}} &= (\Sigma W / B) * (1 + 6e/B) \\ &= (314.88 / 3) * (1 + 6 * 0.11 / 3) \\ &= 128.81 \text{ kN/m}^2. \end{aligned}$$

Faktor aman daya dukung dinyatakan sebagai berikut:

$$SF_{\text{bearing}} = q_a / q_{\text{maks}} = 271.04 / 128.81 = 2.10.$$

Persyaratan faktor aman daya dukung minimum adalah 3,00 [5]. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa dinding tidak stabil terhadap daya dukung.

Mengingat ketiga kontrol stabilitas menunjukkan hasil "Tidak Stabil" ( $SF_{\text{Geser}} = 0.57$ ,  $SF_{\text{Guling}} = 1.064$ ,  $SF_{\text{Bearing}} = 2.10$ ) yang tidak memenuhi persyaratan SNI 8460:2017, maka diperlukan penggunaan fondasi dalam berupa tiang bor.

### Perancangan Fondasi Bored Pile

Pemilihan fondasi bored pile didasarkan pada hasil investigasi tanah yang menunjukkan keberadaan tanah keras ( $N\text{-SPT} > 60$ ) pada kedalaman 10 meter, yang tidak memungkinkan penggunaan tiang pancang.

### Pertimbangan Penggunaan Tiang Bor

- Penggunaan Casing: Kondisi lapangan di tepian sungai memerlukan casing untuk menjaga integritas lubang bor.

- Diameter: Diameter tiang bor 60 cm dipilih berdasarkan ketersediaan alat bor di Indonesia.
- Material SCC: Penggunaan *Self Compacting Concrete* (SCC) untuk menjaga integritas tiang bor dan mencegah segregasi.
- Hasil Pengujian tanah menunjukkan tanah cukup keras sehingga penggunaan tiang pancang tidak memungkinkan.

**Perhitungan Kapasitas Tiang Tunggal**

Data tiang bor:

- Diameter = 600 mm
- Luasan (Ab) = 0,28 m<sup>2</sup>
- Keliling (P) = 1,88 m
- Panjang (L) = 10 m.

Faktor aman (SF) yang digunakan:

- SF<sub>bearing</sub> = 3
- SF<sub>friction</sub> = 5.

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 1, kapasitas dukung izin tiang tunggal (Q<sub>all</sub>) adalah 2487.09 kN.

*Tabel 1 Perhitungan Daya Dukung Tiang Tunggal*

Depth	N SPT	N	qp	Qp	fav	p L	Qs	Qall	Keterangan
7	27	37.27	14909.09	4217.14	54.00	0	0	1405.71	BOF
8	33	40.55	16218.18	4587.43	60.00	1.89	113.1	1551.77	
9	47	41.82	16727.27	4731.43	71.33	3.77	269.0	1630.95	
10	60	44.27	17709.09	5009.14	83.50	5.66	472.4	1764.19	
11	60	46.82	18727.27	5297.14	90.80	7.54	684.9	1902.69	
12	60	49.82	19927.27	5636.57	95.67	9.43	902.0	2059.26	
13	60	53.36	21345.45	6037.71	99.14	11.31	1121.7	2236.92	
14	60	55.45	22181.82	6274.29	101.75	13.20	1343.1	2360.05	
15	60	56.09	22436.36	6346.29	103.78	15.09	1565.6	2428.54	
16	60	56.36	22545.45	6377.14	105.40	16.97	1788.8	2483.47	
17	50	55.45	22181.82	6274.29	104.91	18.86	1978.3	2487.09	End of Pile

**Konfigurasi dan Daya Dukung Kelompok**

Dinding penahan tanah didesain dengan delatasi setiap 12 meter. Dalam satu segmen delatasi, konfigurasi kelompok tiang adalah 2 baris x 7 tiang = 14 tiang. Berat konstruksi per segmen delatasi = 12 \* 314.88 = 3778.56 kN.

Daya dukung kelompok tiang dihitung dengan mempertimbangkan efisiensi kelompok tiang (Eg).

$$Eg = 1 - (\Theta / 90) * ((n-1)m + (m-1)n) / (mn)$$

Dengan  $\Theta = \arctan(d/s) = \arctan(0.6/1.8) = 18.43^\circ, m=7, n=2.$

$$Eg = 1 - (18.43 / 90) * ((7-1)2 + (2-1)7) / (7*2)$$

$$= 1 - 0.2048 * (12+7) / 14$$

$$= 1 - 0.2048 * 1.357 = 0.72$$

Daya dukung kelompok tiang:

$$Q_{group} = \text{jumlah tiang} * Q_{all} * E_g$$

$$= 14 * 2487.09 * 0.72$$

$$= 25139.90 \text{ kN}$$

Rasio daya dukung kelompok tiang terhadap berat struktur:

$$25139.90 / 3778.56 = 6.65.$$

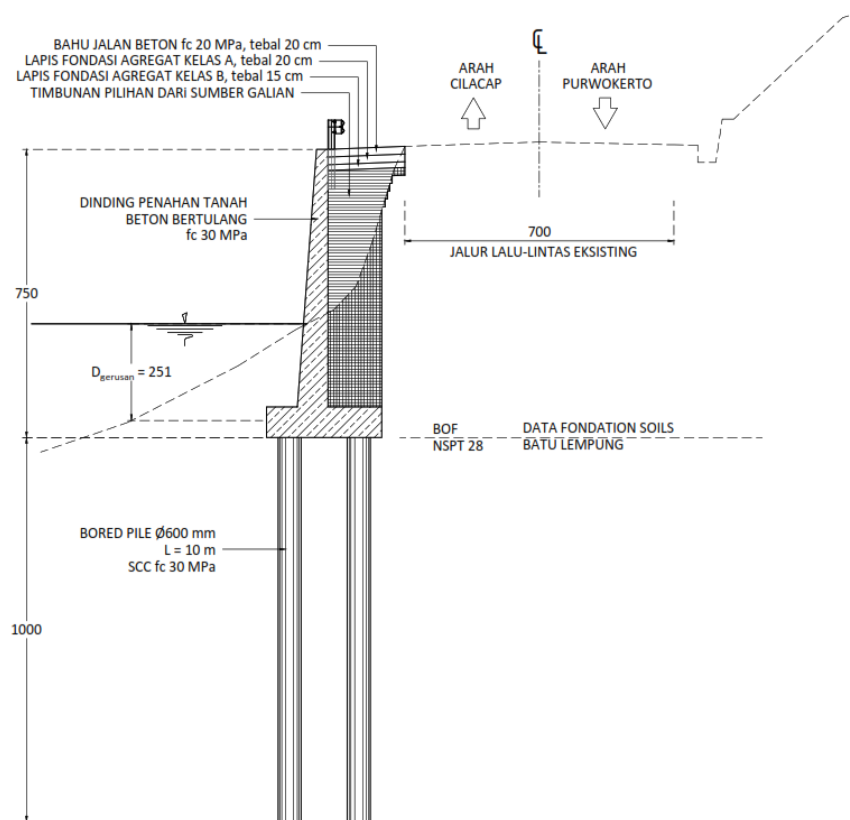
Nilai rasio ini jauh lebih besar dari 1,0, menunjukkan bahwa fondasi bored pile mampu menahan beban struktur dengan aman.

### Defleksi Lateral dan Penurunan Fondasi

Penurunan fondasi dihitung menggunakan software Allpile 7.0, dengan fondasi dimodelkan sebagai kelompok tiang dengan delatasi 12,0 meter. Beban vertikal (Q), geser (P), dan momen (M) yang diinputkan adalah 3778,56 kN; 2475 kN; dan 52238,48 kNm.

Hasil analisis menunjukkan penurunan fondasi sebesar 0,42 mm. Penurunan ini memenuhi persyaratan SNI 8460:2017.

Defleksi lateral tiang juga dihitung menggunakan software Allpile 7.0. Hasil analisis menunjukkan defleksi lateral terbesar adalah 0,614 cm pada "Y Back" posisi tiang. Nilai ini juga memenuhi persyaratan keamanan struktur terhadap defleksi lateral.



Gambar 4 Tipikal Potongan Melintang Rencana

### Perancangan Struktural DPT dan Bored Pile

Perancangan tulangan untuk dinding penahan tanah dan *bored pile* dilakukan berdasarkan analisis gaya-gaya yang bekerja dan mutu material yang digunakan.

#### Mutu Material

- Beton Dinding Penahan Tanah (Beton Bertulang):  $f_c = 30$  MPa (Beton Normal, slump  $10 \pm 2$ ).
- Baja Dinding Penahan Tanah: BjTS 420 B ( $f_y = 420$  MPa).
- Beton Tiang Bor (*Bored Pile*):  $f_c = 30$  MPa (*Self Compacting Concrete*).
- Baja Fondasi (*Bored Pile*): BjTS 420 B ( $f_y = 420$  MPa).

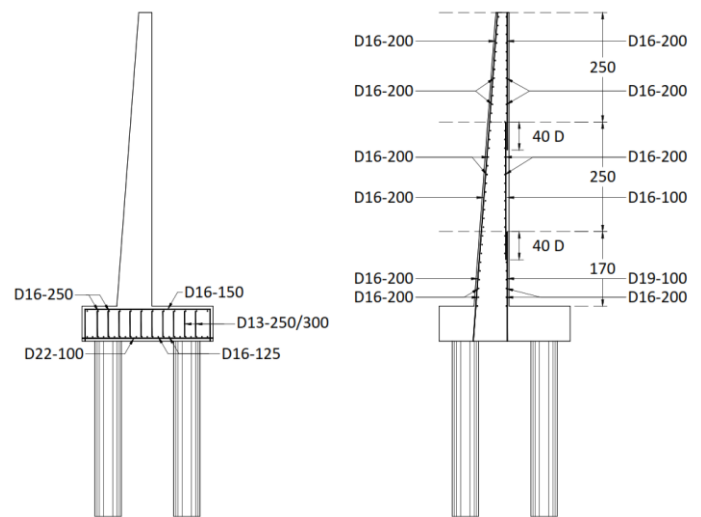
### Penulangan Dinding Vertikal

Perhitungan penulangan dinding vertikal dilakukan untuk menahan gaya lintang dan momen terfaktor. Berdasarkan SNI 03-2847-2002 [5], faktor beban mati 1,2 dan faktor beban hidup 1,6 digunakan.

Analisis menunjukkan bahwa pada potongan III-III (potongan kritis) dengan  $M_u = 720.04$  kNm, diperlukan tulangan pokok D19-100. Kontrol rasio tulangan ( $\rho$ ) sebesar 0.003785 lebih besar dari  $\rho_{min} = 0.002$ , yang berarti memenuhi persyaratan. Untuk potongan lainnya, digunakan tulangan D16-100.

### Penulangan Poer/Pile Cap

Perhitungan tulangan lentur pada *pile cap* dilakukan dengan mempertimbangkan momen dan gaya ultimit maksimal. Momen rencana *pile cap* ( $M_{ru}$ ) adalah 958.48 kNm/m. Tebal *pile cap* diasumsikan 800 mm dengan selimut beton 50 mm. Diameter tulangan yang diasumsikan adalah 22 mm. Hasil perhitungan menunjukkan tulangan pokok D22-100 untuk *pile cap*.



Gambar 5 Detail Penulangan Dinding Penahan Tanah

### Penulangan Fondasi Tiang Bor

Perhitungan penulangan bored pile dilakukan menggunakan aplikasi PCA Column untuk menganalisis rasio tulangan terhadap gaya aksial dan momen yang bekerja.

Gaya aksial per tiang

$$3778.56 \text{ kN} / 14 \text{ tiang} = 269.90 \text{ kN.}$$

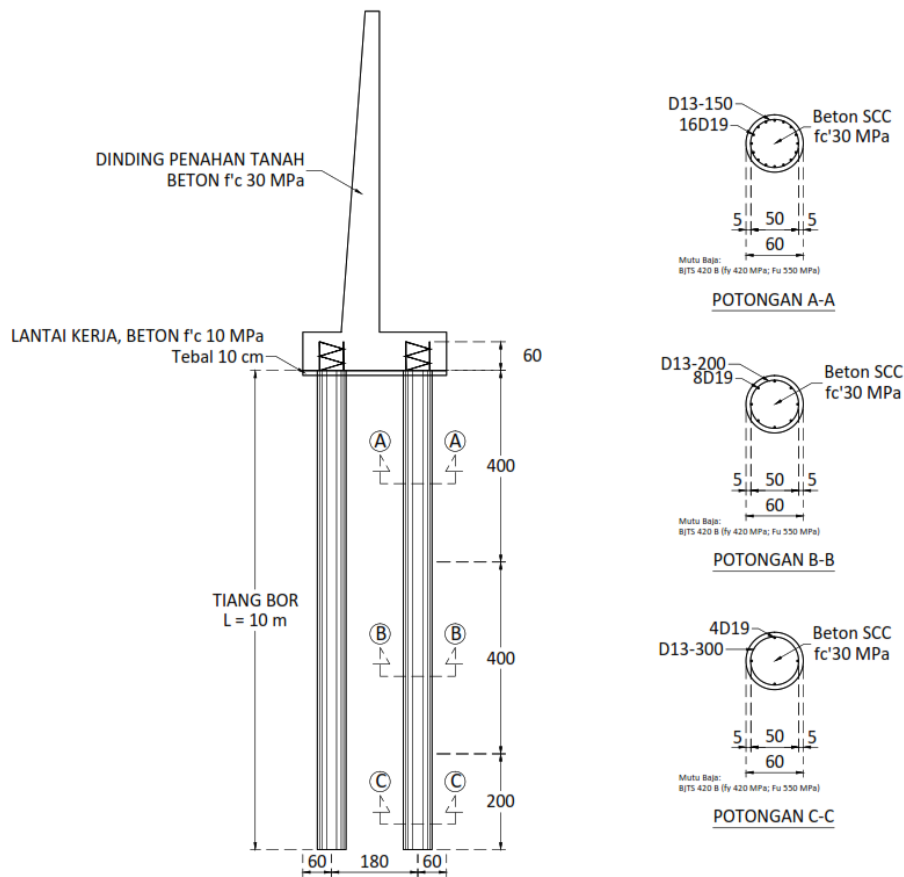
Momen per tiang

$$5238.48 \text{ kNm} / 14 \text{ tiang} = 374.18 \text{ kNm.}$$

Dengan diameter tiang 600 mm dan mutu beton  $f_c = 30$  MPa serta baja  $f_y = 420$  MPa, analisis PCA Column menunjukkan bahwa penggunaan 16 batang tulangan D19 menghasilkan rasio tulangan sebesar 1,61%. Rasio ini berada dalam batas diagram P-M, menunjukkan efisiensi penggunaan material baja.

**Rekapitulasi Penulangan**

- Tulangan Pokok Dinding: D19-100 (bagian bawah), D16-100 (bagian atas)
- Tulangan Bagi Dinding: D16-125
- Tulangan Susut Dinding: D16-150
- Tulangan Pokok Pile Cap: D22-100
- Tulangan Susut Pile Cap: D16-150
- Tulangan Geser X Pile Cap: D13-250
- Tulangan Geser Y Pile Cap: D13-300
- Tulangan Bored Pile: 16D19



Gambar 6 Detail Penulangan Bored Pile

**Kesimpulan**

Desain penanganan longsor di Ruas Jalan Patikraja – Rawalo KM. 16+900 memerlukan dinding penahan tipe

beton bertulang dengan fondasi *bored pile*. Meskipun dinding penahan tanah awal menunjukkan ketidakstabilan terhadap guling, geser, dan daya dukung, penggunaan fondasi

*bored pile* dengan diameter 60 cm dan panjang 10 m berhasil memberikan stabilitas yang memadai. Konfigurasi kelompok tiang 2x7 (14 tiang) menghasilkan daya dukung kelompok tiang sebesar 25139,90 kN, dengan rasio terhadap berat struktur sebesar 6,65, jauh di atas nilai 1,0. Penurunan fondasi dan defleksi lateral yang dihitung menggunakan software Allpile 7.0 masing-masing sebesar 0,42 mm dan 0,614 cm, yang keduanya memenuhi standar. Perancangan tulangan meliputi tulangan pokok D19-100 dan D16-100 untuk dinding, tulangan D22-100 untuk *pile cap*, serta 16D19 untuk bored pile, semuanya telah disesuaikan dengan mutu material dan memenuhi persyaratan struktural. Desain ini diharapkan mampu memberikan solusi jangka panjang untuk menjaga stabilitas ruas jalan dari potensi longsor dan gerusan sungai.

## DAFTAR PUSTAKA

- "Profil BBWS Serayu Opak 2021."  
 "Sungai Serayu," Wikipedia. Accessed: Jun. 02, 2025. [Online]. Available: [https://id.wikipedia.org/wiki/Sungai\\_Serayu#cite\\_note-pur-7](https://id.wikipedia.org/wiki/Sungai_Serayu#cite_note-pur-7)
- Ali, T. A., & Abdul Razzaq, L. M. (2022). "Numerical analysis of retaining walls with different backfill materials under static and seismic conditions." *Civil Engineering Journal (Iran)*, 8(11), 2276-2287.
- Arabani, M., & Kianfar, K. (2013). "Numerical analysis of retaining walls subjected to surcharge loading." *Journal of Geotechnical and Geological Engineering*, 31(1), 161-171.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 8460:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik. Jakarta.
- Fan, J., Fu, B., & Chen, G. (2021). "Dynamic response of retaining walls considering soil-structure interaction under traffic loading." *Computers and Geotechnics*, 137, 104279.
- Hazarika, P. J., & Ganapathy, G. P. (2016). "Study on seismic behavior of retaining walls with different backfill types." *Procedia Engineering*, 144, 1079-1086.
- Keputusan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 430/KPTS/M/2022 Tentang Penetapan Ruas Jalan Dalam Jaringan Jalan Primer Menurut Fungsinya Sebagai Jalan Arteri Primer dan Jalan Kolektor Primer.
- Kim, S. R., Lee, J. S., & Kim, M. G. (2017). "Lateral deflection and settlement analysis of single and group bored piles in sandy soil." *Journal of Korean Geotechnical Society*, 33(7), 41-52.
- Kitiyodom, P., & Matsumoto, T. (2014). "A simplified method for predicting the behavior of bored piles under lateral loading." *Geotechnical Engineering Journal of the SEAGS & AGSSEA*, 45(1), 1-10.
- Liu, J., & Wang, K. (2018). "Analysis of the bearing capacity of bored piles in layered soil considering consolidation effects." *Soils and Foundations*, 58(5), 1152-1165.

- Rahman, A., Hasan, S., & Islam, M. T. (2020). "Evaluation of stability of cantilever retaining wall considering different backfill conditions and seismic forces." *Journal of Geotechnical Engineering and Design*, 5(2), 1-10.
- Rencana Strategis Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Fakultas Teknik Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman Tahun 2021 - 2026. 2021.
- Sharma, R. S., & Sharma, M. (2019). "Optimization of bored pile foundation design for retaining structures in hilly areas." *International Journal of Geotechnical Engineering*, 13(4), 384-393.
- Zhang, L., & Li, Q. (2015). "Reliability analysis of retaining wall stability considering spatial variability of soil properties." *Engineering Geology*, 188, 77-87.