

TINJAUAN TERHADAP PENANGANAN JALAN AKIBAT RENDAHNYA TINGKAT STABILITAS TANAH

Samun Haris¹, Faya Nabasa²
Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Mandala Bandung

Abstrak

Beberapa daerah di Pulau Jawa, khususnya Jawa Barat, Kabupaten Sukabumi terdapat kondisi geografis berbentuk lereng dan tidak stabil, hal ini dapat menimbulkan terjadinya pergerakan lahan, salah satunya adalah ruas jalan Jampang Tengah-Kiara Dua. Jalan tersebut dapat menggunakan bronjong sebagai penahan pergerakan lahan. Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung kekuatan struktur bronjong kawat dan melakukan estimasi volume kebutuhan bahan dari bronjong kawat. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif. Analisis yang dilakukan adalah analisis hasil data observasi, pembuatan desain ukuran bronjong menggunakan *AUTO-Cad*, stabilitas bronjong dan estimasi kebutuhan bahan. Desain bronjong yang digunakan adalah Bentuk I, Tipe A dengan dimensi $2.0 \times 1.0 \times 1.0$ meter. Hasil perhitungan stabilitas terhadap guling diperoleh F_{gl} sebesar 4.7052, nilai tersebut lebih besar dari 1.5, maka desain struktur bronjong aman terhadap gaya guling. Hasil perhitungan stabilitas terhadap geser diperoleh F_{gs} sebesar 2.1653, nilai tersebut lebih besar dari 1.5, maka desain struktur bronjong aman terhadap gaya geser. Hasil perhitungan didapatkan tegangan maksimum dengan nilai 16.8304 ton/m^2 lebih kecil dibandingkan tegangan izin dengan nilai 89.6 ton/m^2 , daya dukung tanah untuk struktur bronjong sebagai perkuatan tebing aman. Setelah itu didapatkan estimasi volume bahan untuk struktur bronjong sebesar 44,710 kg kawat, 5,600 m^3 batu dan 420 m ceruk.

Kata kunci : bronjong, stabilitas bronjong, estimasi kebutuhan bahan bronjong

1. PENDAHULUAN

Jalan raya merupakan komponen penting sebagai prasarana untuk dilaksanakannya kegiatan, oleh sebab itu jalan harus berada dalam kondisi baik disetiap keadaan. Pada beberapa kondisi, jalan ditemukan rusak atau tidak dapat digunakan karena daerah dimana jalan tersebut dibangun tidak mampu menopang struktur dan fungsi jalan.

Kerusakan jalan bisa terjadi salah satunya dikarenakan tanah di daerah tersebut tidak stabil. Penyebab ketidakstabilan tanah pada suatu daerah bisa dikarenakan dua faktor, yaitu, faktor internal (gaya-gaya yang terjadi di dalam tanah) dan eksternal (iklim, perubahan cuaca, geologi, hidrologi, topografi, dll). Kerusakan yang terjadi pada kondisi ini umumnya adalah perubahan pada badan jalan berikut dengan tanah disekitarnya.

Kondisi tanah yang tidak stabil sering ditemukan di daerah pesisir, dimana tanah memiliki tingkat kepadatan yang rendah sampai sedang. Tanah dengan kondisi ini memiliki daya dukung tanah yang rendah, apalagi ketika kondisi tanah berbentuk lereng dan dikenai beberapa faktor.

Beberapa daerah di Pulau Jawa, khususnya Jawa Barat, Kabupaten Sukabumi banyak terdapat kondisi geografis berbentuk lereng dan tidak stabil, hal tersebut dapat menimbulkan sering terjadinya pergerakan lahan, salah satunya yaitu ruas jalan Jampang Tengah-Kiara Dua.

Menurut salah satu Pengelola Pemeliharaan Jalan UPTD II Dinas Bina Marga dan Penataan Ruang Provinsi Jawa Barat ruas jalan Jampang Tengah-Kiara Dua mengalami pergerakan lahan sedalam

dua meter dalam kurun waktu lima tahun secara berangsur-angsur, yang mengindikasikan bahwa ada beberapa faktor yang belum terpenuhi, salah satunya adalah belum dilakukannya penanganan sehingga tanah tetap bergerak. Tidak adanya penanganan selama kurun waktu lima tahun, maka disimulasikan dengan penaganganan yang sederhana dan sementara juga bersifat konvensional agar jalan tetap dapat berfungsi seperti semestinya. Satu diantara banyak penanganan untuk menangani tanah yang belum stabil yaitu dengan menggunakan bronjong kawat sebagai penanganan darurat.

Bronjong kawat merupakan salah satu penanganan sederhana dan sementara untuk menangani pergerakan lahan berupa longsoran. Disamping kesederhanaannya, bronjong memiliki kebutuhan bahan yang sedikit dan mudah didapat, hal ini dapat menjadi salah satu pertimbangan untuk memilih bronjong kawat sebagai penanganan darurat penurunan jalan tersebut. Maka, bronjong kawat dapat dijadikan bahan tinjauan terhadap penanganan jalan akibat rendahnya tingkat stabilitas tanah.

Maksud penulis dalam penelitian ini, yaitu:

- Menemukan nilai kekuatan struktur bronjong kawat;
 - Menemukan nilai estimasi volume kebutuhan bahan dari bronjong kawat.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- Menghitung kekuatan struktur bronjong kawat;
 - Melakukan estimasi volume kebutuhan bahan dari bronjong kawat.

1.1 TINJAUAN PUSTAKA

1.1.1 Bronjong Kawat

Bronjong kawat

penggunaannya diisi batu-batu untuk pencegahan erosi yang dipasang pada tebing-tebing, tepi-tepi sungai, yang proses penganyamannya dengan menggunakan mesin (SNI Bronjong Kawat, 1999).

Bronjong yang merupakan suatu anyaman bambu atau kawat dan diisi batu, bronjong kawat harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

- Tidak kaku;
 - Lolos air;
 - Daya tahan terhadap gesekan kurangkuat;
 - Diperlukan lapisan pelindung apabila dipergunakan di daerah pantai atau yang berkadar asam tinggi.

1.1.2 Stabilitas Konstruksi

Menurut Hadriyatmo (2014)

Gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan meliputi:

- Gaya sendiri penahan (W).
 - Gaya tekanan aktif total tanah urug (Pa).
 - Gaya tekanan pasif total di depan dinding (Pp).

Gaya-gaya yang berpengaruh dalam desain konstruksi bronjong diasumsikan menjadi dua gaya yaitu akibat berat sendiri dan akibat tekanan tanah.

- Gaya Akibat Berat Sendiri

Berat sendiri bangunan per unit panjang dihitung berdasarkan **Persamaan 2.1:**

Wj = stone \times Aj.....2.1

Berat tanah diatas bangunan per unit panjang dihitung dengan **Persamaan 2.2:**

Gaya Akibat Tekanan Tanah
Akibat komponen berat isi tanah tanah
() dan sudut geser dalam () dihitung
dengan **Persamaan 2.5:**

$$\sigma = \gamma_{sand} \times H \times K_a \quad \text{atau} \quad \sigma = \gamma_{sand} \times H \times K_p \quad \dots \quad 2.5$$

1.1.3 Kontrol Stabilitas Konstruksi

Stabilitas terhadap bahaya penggulingan atau *overturning*:

Stabilitas terhadap bahaya penqplingan atau *sliding*:

$$qu = cN_c + \gamma DN_d + 0.5\gamma BN_r \quad \dots \quad 2.11$$

$$F_{gs} = \frac{\sum n_h}{\sum \mu_h} \geq 1,5 \dots \quad 2.9$$

Stabilitas terhadap bahaya penurunan atau *settlement*:

1.1.4 Analisis Volume Kebutuhan Bahan Bronjong Kawat

Sebagai dasar perhitungan diambil dari SNI 03-0009-1999 yang diatur dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum.

Perhitungan gaya akibat tekanan tanah menggunakan **Persamaan 2.5** dan **Persamaan 2.6**

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

maka,

$$\sigma_1 = \frac{ysand \times h_1 \times K_a}{1.4 \times 6 \times 0.271} = \frac{2,276.4 \text{ ton}}{\text{m}^2}$$

$$o = ys \text{ and } (H - h_1) \times K_a$$

$$o = ysand \times (H - h_1) \times K_a$$

Menghitung tekanan aktif dengan cara

$$P_{4,3} = \frac{1}{2} \times \sigma_1 \times h_1 = \frac{1}{2} \times 2,2764 \times 6 = 6,0292 \text{ ton/m}^2$$

$$P_2 = \frac{o_1 \times (H - h_1)}{2,2764 \times 6} = \frac{13,6584 \text{ ton}}{m^2}$$

Rekapitulasi hasil perhitungan tekanan aktif total dan gaya momen terhadap titik X dihitung dalam **Tabel**

4.2. Tabel 4. 1 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Gaya Akibat Tanah

No	Tekanan	Tekanan Tanah Aktif	Jarak dari X	Momen Ke X
	Simbol	ton	m	tm
	Akibat P_1	6.8292	8	54.6336
	Akibat P_2	13.6584	3	40.9752
	Akibat P_3	6.8292	2	13.6584
	Jumlah	27.3168		109.2672

Gaya akibat beban sendiri dan tanah diatas bronjong.

Akibat beban sendiri dihitung dengan **Persamaan 2.1** dan untuk menghitung berat tanah diatas bronjong dapat dihitung dengan rumus yang sama dengan **Persamaan 2.2**. Bobot isi diambil sebesar $1,5 \text{ ton/m}^3$ karena bronjong diisi dengan batu belah. Dan bobot isi tanah sebesar $1,4 \text{ ton/m}^3$. Salah satu contoh perhitungan yaitu seperti dibawah ini.

$$W_i = \text{stone} \times A$$

$$= 1,5 \times 1 = 1,5 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} \text{Si} &= \text{sand} \times A \\ &= 1,4 \times 1 & = & 1,4 \text{ ton} \end{aligned}$$

Rekapitulasi hasil perhitungan gaya vertikal dan gaya momen terhadap kaki depan (titik X) diperlihatkan pada **Tabel 4.3** dan **Tabel 4.4**.

Tabel 4. 2 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Gaya Vertikal dan Gaya Momen Terhadap Kaki Depan (Titik X) W1-W35

No	Gaya	Berat W	Jarak dari X	Momen Ke X
	Simbol	ton	m	tm
	W1	1.5	0.5	0.75
	W2	1.5	1.5	2.25
	W3	1.5	2	3
	W4	1.5	2.5	3.75
	W5	1.5	3	4.5
	W6	1.5	3.5	5.25
	W7	1.5	4	6
	W8	1.5	4.5	6.75
	W9	1.5	5	7.5
	W10	1.5	5.5	8.25
	W11	1.5	6	9
	W12	1.5	6.5	9.75
	W13	1.5	7	10.5
	W14	1.5	7.5	11.25
	W15	1.5	8	12
	W16	1.5	8.5	12.75
	W17	1.5	9	13.5
	W18	1.5	9.5	14.25
	W19	1.5	10	15
	W20	1.5	10.5	15.75
	W21	1.5	11	16.5
	W22	1.5	11.5	17.25
	W23	1.5	12	18
	W24	1.5	12.5	18.75
	W25	1.5	1.5	2.25
	W26	1.5	2.5	3.75
	W27	1.5	3.5	5.25
	W28	1.5	4.5	6.75
	W29	1.5	5.5	8.25
	W30	1.5	6.5	9.75
	W31	1.5	7.5	11.25
	W32	1.5	2.5	3.75
	W33	1.5	3.5	5.25
	W34	1.5	4.5	6.75
	W35	1.5	5.5	8.25

Tabel 4. 3 Rekapitulasi Lanjutan Hasil Perhitungan Gaya Vertikal dan Gaya Momen Terhadap Kaki Depan (Titik X) W36-W40 Dan S1-S10

No	Gaya	Berat W dan S	Jarak dari X	Mome Ke X
	Simbol	ton	m	tm
	W36	1.5	3	4.5
	W37	1.5	4	6
	W38	1.5	3.5	5.25
	W39	1.5	5	7.5
	W40	1.5	4.5	6.75

S ₁	1.4	7.5	10.5
S ₂	2.1	7.25	15.2 25
S ₃	2.8	7	19.6
S ₄	3.5	6.75	23.6 25
S ₅	4.2	6.5	27.3
S ₆	3.5	6.75	23.6 25
S ₇	2.8	7	19.6
S ₈	2.1	7.25	15.2 25
S ₉	1.4	7.5	10.5
S ₁₀	0.7	7.75	5.42 5

Maka rekapitulasi jumlah keseluruhan dari gaya vertikal dan gaya momen terhadap kaki depan (titik X) dapat dilihat pada **Tabel 4.5. Tabel 4. 4** Rekapitulasi Jumlah Keseluruhan Dari Gaya Vertikal dan Gaya Momen Terhadap Kaki Depan (Titik X)

No	Gaya	Berat W dan S	Jarak dari X	Momen Ke X
	Simbol	ton	m	tm
	Jumlah	84.5		514.1250

Stabilitas konstruksi bronjong
Dari hasil rekapitulasi seluruh perhitungan gaya, tekanan dan momen ke titik X dapat digunakan untuk menghitung SF (faktor keamanan) guling dan geser dapat dilihat pada **Tabel 4.6.**

Tabel 4. 5 Hasil Rekapitulasi Seluruh Perhitungan Gaya, Tekanan dan Momen Ke Titik X

No	Gaya	W dan S	H+	Momen Ke X (dari P)	Momen Ke X (dari W dan S)
	Simbol	ton	ton	tm	tm
1	Berat bronjong dan tanah diatas bronjong (W dan S)	84.5			514.125

2	Tekanan Tanah Aktif (P)		27.3 168	109 .26 72	
	Jumlah	84.5	27.3 168	109 .26 72	514.125

Stabilitas terhadap guling

Stabilitas terhadap guling dapat dihitung dengan **Persamaan 2.8.**

Stabilitas terhadap guling

Stabilitas terhadap guling dapat dihitung dengan **Persamaan 2.8.**

$$F_{gl} = \frac{\sum M_w}{\sum M_{gl}} \geq 1.5$$

Momen Tahan Guling (M-) = 514.125 ton.m
Momen Guling (M+) = 109.2672 ton.m

$$F_{gl} = \frac{514.125}{109.2672} = 4.7052 \geq 1.5$$

Safety Factor guling untuk bronjong adalah 4.7052 lebih besar dari 1.5. Maka syarat faktor keamanan yang disebutkan pada **sub bab 2.4.3** terpenuhi untuk jenis tanah granuler.

Stabilitas terhadap geser

Stabilitas terhadap geser dapat dihitung dengan **Persamaan 2.9.**

$$F_{gs} = \frac{\sum Rh}{\sum Ph} \geq 1.5$$

Gaya Vertikal Total (W) = 84.5 ton
Geser (H+) = 27.3168 ton

$$f = 0.7$$

$$F_{gs} = \frac{84.5 \times 0.7}{27.3168} = 2.1653 \geq 1.5$$

Safety Factor geser untuk bronjong adalah 2.1653 lebih besar dari 1.5. Maka syarat faktor keamanan yang disebutkan pada **sub bab 2.4.3** terpenuhi untuk jenis tanah granuler.

Stabilitas terhadap daya dukung tanah Langkah pertama menghitung eksentrisitas dengan menggunakan **Persamaan 2.10.**

$$e = \left| \frac{\frac{B}{2} - \frac{\sum M_w - M_{gl}}{\sum V}}{\frac{B}{2}} \right| < \frac{B}{6}$$

$$e = \left| \frac{\frac{6}{2} - \frac{514.125 - 109.2672}{84.5}}{\frac{6}{2}} \right| = 0.791 < 1.3333$$

Eksentrisitas dari bronjong adalah -0.7912 lebih kecil dari 1.3333. Maka syarat faktor keamanan yang disebutkan pada **sub bab 2.4.3** terpenuhi berdasarkan ketentuan **Persamaan 2.10.**

Langkah selanjutnya menghitung stabilitas terhadap daya dukung tanah dengan **Persamaan 2.11** dan **Persamaan 2.12**. Berat isi tanah dalam keadaan jenuh diasumsikan sama dengan berat isi pasir, karena tidak menghitung adanya air. Hasil perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 4.7.**

$$q_u = CN_c + \gamma DN_q + 0,5 \gamma BN_f \rightarrow \tau_{izin} = \frac{q_u l}{SF}$$

Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Daya Dukung Tanah pada Bronjong

No	Uraian	Dimensi		Ysat ton/m ³
		B	D	
1	Dasar Pondasi	8	0	1.4
	C ton/m ³	Ø	Koefisein DDT Nc	qu Nq FS Ny

Langkah terakhir merupakan perhitungan tekanan maksimum yang dihitung menggunakan **Persamaan 2.13.**

$$q_{maks} = \frac{\sum V}{Bd} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) < q_{all}$$

$$q_{maks} = \frac{84.5}{8 \times 1} \left(1 + \frac{6(0.7912)}{6} \right) = 4.2945 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_{maks} = \frac{60}{8 \times 1} \left(1 + \frac{6(0.7912)}{8} \right) = 16.8304 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} < 89.6 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Syarat daya dukung adalah:

$$\frac{\tau_{izin}}{q_{maks}} = \frac{0.6}{16.8304} = 5.3236 > 1.5$$

Di dapatkan q_{maks} lebih kecil dari τ_{izin} , maka tanah dapat menopang bronjong sebagai pondasi. *Safety Factor* daya dukung tanah untuk bronjong adalah 5.3236 lebih besar dari 1.5. Maka syarat faktor keamanan yang disebutkan pada **sub bab 2.4.3** terpenuhi untuk jenis tanah granuler.

2. METODE PENELITIAN

Metode pendekatan kasus cocok digunakan untuk penelitian ini dikarenakan daerah yang ditinjau memiliki luasan yang sempit serta penelitian yang dilakukan secara mendalam terhadap suatu kondisi dimana jalan yang diteliti hanya satu titik dari sepanjang ruas jalan lalu diteliti lebih dalam dengan menggunakan data pada titik tersebut.

Jenis penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah penelitian deskriptif. Menurut Arikunto (2013), penelitian deskriptif adalah penelitian yang dimaksudkan untuk menyelidiki keadaan, kondisi atau hal lain-lain yang sudah disebutkan, yang hasilnya dipaparkan dalam bentuk laporan.

Subjek dari penelitian ini yaitu data hasil observasi, data desain pemasangan bronjong dan data hasil *CPT* pada lokasi penelitian.

Penentuan sampel penelitian dilakukan dengan cara metode *purposive sample*, yaitu subjek bukan diambil berdasarkan atas strata, random atau daerah tetapi didasarkan adanya tujuan tertentu. Dalam penelitian ini diambil satu titik sebagai sampel untuk diuji menggunakan data *CPT* dengan populasi penelitian merupakan ruas jalan Jampang Tengah– Kiara Dua sepanjang 250 meter.

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah dokumentasi dan observasi.

Pengumpulan data pada penelitian ini terdiri dari pengumpulan data primer dan data sekunder, pengumpulan data menggunakan metode observasi dan dokumentasi.

Menurut Arikunto (2013) Secara garis besar, pekerjaan analisis data meliputi 3 langkah, yaitu:

2.1 Persiapan

Dalam tahap ini dilakukan pengecekan terhadap data primer maupun sekunder, apakah data dalam keadaan lengkap atau data terdapat kekurangan. Lalu menyortir data sehingga hanya data yang terpakai saja yang tinggal.

Data yang terpakai adalah hasil observasi geometrik jalan dan data hasil *CPT* pada lokasi penelitian.

2.2 Tabulasi

Pada tahap ini dilakukan *coding* pada setiap titik-titik hasil observasi pada lokasi penelitian yang mengalami kelongsoran.

Penerapan data sesuai dengan pendekatan penelitian.

Data primer digunakan untuk membuat geometrik jalan dengan menggunakan bantuan aplikasi *AutoCAD*, yang akan digunakan menjadi acuan untuk membuat desain pemasangan bronjong kawat sebagai penanganan kasus yang terjadi pada lokasi penelitian (berapa panjang bronjong kawat akan dipasang).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Acuan Membuat Desain Bronjong Kawat

Acuan dalam membuat desain bronjong adalah data hasil *CPT*, dari data didapatkan tanah keras pada kedalaman 14.20 meter dari titik pengujian *CPT*, namun dari muka jalan tanah keras ditemukan menjadi pada kedalaman 16.20 meter.

Dari data sepanjang 16.20 meter dipasang ceruk berupa bambu sepanjang 6.20 meter pada tanah keras. Bambu yang tertanam sepanjang 4.20 meter dan yang mengunci ke bronjong kawat yaitu 2 meter pada setiap lidah bronjong sepanjang 50 meter.

Lidah bronjong dipasang mulai pada kedalaman 12 meter sebanyak 8 bronjong yang disejajarkan, lidah

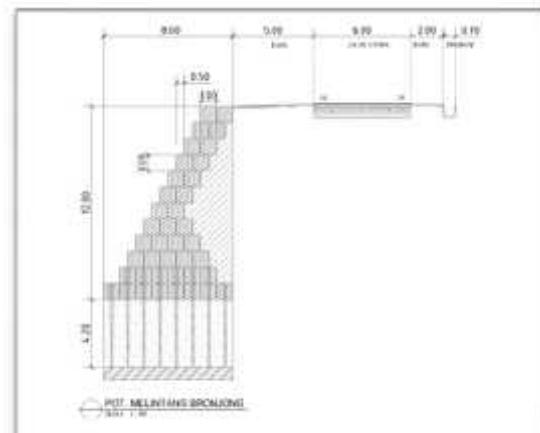
berfungsi sebagai titik penahan guling.

Panjang 50 meter merupakan hasil observasi lapangan dimana kelongsoran terjadi.

3.2 Desain Bronjong Kawat

- Pada desain bronjong kawat spesifikasi yang digunakan adalah sebagai berikut:
- Bronjong kawat yang digunakan adalah bronjong kawat Bentuk I dengan pilihan yang diambil yaitu Tipe A;
- Bronjong kawat memiliki panjang 2.0 meter, lebar 1.0 meter dan tinggi 1.0 meter, dengan dimensi tersebut;
- Kawat yang digunakan merupakan kawat bronjong galvanis dengan kawat anyaman tiga lilitan ukuran 3.0 mm, kawat sisi 4.0 mm dan kawat pengikat 2.0 mm, ukuran lubang heksagonal 100×120 mm agar mudah diayam;
- Batu yang digunakan adalah batu yang keras dan awet, batu untuk pasangan batu kosong bersudut tajam dan memiliki dimensi minimum 200 mm;
- Cerucuk yang dipilih merupakan cerucuk bambu dengan dimensi antara 8–10 cm;
- Pemilihan pemasangan desain berdasarkan teori Pemasangan Bronjong menurut Departemen Umum. Desain tersebut dipilih dengan diinginkannya perkuatan tebing yang lebih baik dibandingkan desain pemasangan yang lainnya.

Gambar 4. 1 merupakan hasil desain bronjong kawat pada lokasi penelitian.



Gambar 4. 1 Desain Bronjong Kawat

3.3 Perhitungan Stabilitas Konstruksi Bronjong Kawat

Dalam perhitungan stabilitas konstruksi bangunan bronjong ditinjau pada saat keadaan kering, dikarenakan jenis tanah pasir, maka kohesi dianggap nol. Perhitungan juga tidak memperhitungkan tekanan hidrostatik.

Material yang digunakan untuk konstruksi adalah batu belah.

Dari data hasil *CPT* diambil kedalaman 12 meter, dikarenakan bronjong kawat dibangun sedalam 12 meter dari muka jalan. Diketahui pada kedalaman 12 meter tanah berjenis pasir padat, seperti pada **Tabel 4. 1**.

Tabel 4. 7 Jenis Tanah Pada Kedalaman 12 meter

No	Kedalaman	Rentang Nilai <i>Qc</i>	Jenis Tanah
2	4.40 - 12.00	30-60	Pasir Padat

Karena tanah pasir merupakan tanah tak berkohesif maka nilai $c = 0$, maka nilai rentang sudut gesernya antara 35–40. Diambil 35 untuk perhitungan stabilitas bronjong kawat pada penelitian ini.

Gaya yang bekerja pada kondisi ini adalah gaya akibat tekanan tanah dan gaya akibat beban sendiri.

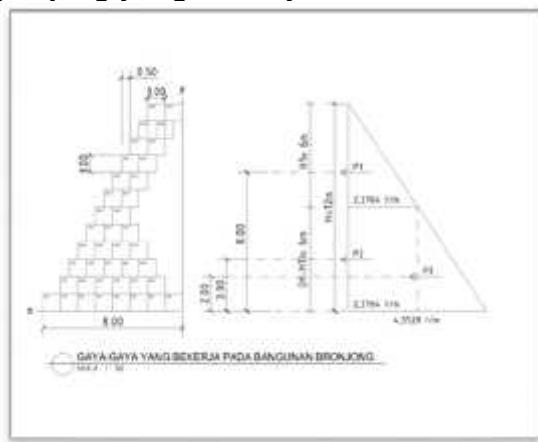
Gaya akibat tekanan tanah Pada perhitungan tekanan lateral tanah,

tahapan awal sebelum memulai perhitungan dengan membuat diagram tegangan gaya dapat dilihat pada **Gambar 4.3**. Pada diagram tegangan gaya ini dipengaruhi oleh gaya aktif dari tanah saja. Dengan gaya aktif dibagi menjadi tiga bagian diakibatkan adanya perbedaan dari struktur brenjong yaitu:

- P1 berjarak 8 meter;
- P2 berjarak 3 meter;
- P3 berjarak 2 meter;

dari permukaan tanah dengan total tinggi 12 meter berbentuk dua segitiga dan satu persegi.

Diagram dibagi menjadi dua bagian bagian pertama memiliki tinggi 6 meter dan bagian kedua memiliki panjang yang sama yaitu 6 meter.



Gambar 4. 2 Gaya-gaya yang berpengaruh pada bangunan bronjong

4. KESIMPULAN

4.1 Dari hasil perhitungan stabilitas konstruksi didapat:

Fgl sebesar $4.7052 > 1,5$, maka desain struktur konstruksi bronjong aman terhadap guling;

Fgs sebesar $2.1653 > 1,5$, maka desain struktur konstruksi bronjong aman terhadap geser;

τ_{izin} sebesar 89.6 ton/m^2 sedangkan

q_{maks} adalah 16.8304 ton/m^2 .

Diperoleh $q_{maks} < \tau_{izin}$, maka daya dukung untuk tanah sebagai pondasi untuk bronjong aman, beserta hasil

desain bronjong.

4.2 Dari hasil perhitungan didapat estimasi volume kebutuhan bahan dari bronjong kawat sebagai berikut:

Kebutuhan batu sebanyak 5.600 m^3 ;

Kebutuhan kawat sebanyak 44.710 kg ;

Kebutuhan cerucuk sebanyak 420 m .

DAFTAR PUSTAKA

Ahadi. 2016. Daftar Berat Jenis atau BobotisiMaterial Bangunan. [http://www.ilmusipil.com/daftar-berat-jenis-atau-bobot-isi-material-bangunan \(diakses pada tanggal 20Agustus 2020\).](http://www.ilmusipil.com/daftar-berat-jenis-atau-bobot-isi-material-bangunan (diakses pada tanggal 20Agustus 2020).)

Arikunto, Suharsimi. 2013. Prosedur Penelitian. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

Badan Standardisasi Nasional. 2009. Cara Uji Penetrasi Lapangan dengan Alat Sondir. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.

Badan Standardisasi Nasional. 1999. Bronjong Kawat. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.

Das, Braja M. 1994. Mekanika Tanah Jilid 1. Jakarta: Erlangga.

Faroozi, Ali. A., Olgun, C.Guney., Faroozi Ali. A., and Baghini, Motjaba S. 2017. Fundamentals of Soil Stabilization. 2017 (8), 1.

Proyek PenyusunanSetandar Perencanaan dan Buku-buku Pedoman Pengairan. 1983. Bronjong. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

Punmia, B. C. 2008. Soil Mechanics and Foundations. New Delhi: Laxmi Publications (P) LTD.

Direktorat Jenderal Bina Marga. 2018. Spesifikasi Umum 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan. Jakarta: DirektoratJenderal Bina Marga.

Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. Tata Cara Perenanaan

- Gromterik Jalan Antar Kota. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Hardiyatmo, Hary C. 2017.** *Mekanika Tanah* 1. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Hardiyatmo, Hary C. 2014.** *Analisis dan Perancangan Fondasi* 1. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Harimurti. 2007.** *Alternatif Perkuatan Tanah Pasir Menggunakan Lapis Anyaman Bambu dengan Variasi Luas dan Jumlah Lapis.* 2007 (1), 1
- Hidayat, Reza J. 2017.** *Perencanaan Bangunan Pelimpah Embung Tipe Saluran Terbuka.* Bandung: STT Mandala.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2013.** *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum.* Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Kementerian Pendidikan dan Budaya. 2020.** *KBBI Daring.* <https://kbbi.kemdikbud.go.id/> (diakses pada tanggal 19 November 2020).
- Murri, M.M., Surjandri, N.S., As'ad, S. 2014.** *Analisis Stabilitas Lereng dengan Pemasangan Bronjong (Studi Kasus di Sungai Gajah Putih, Surakarta).* 2014(1), 162-169.
- Putri, Aguslimi SP, Amirudin & Syamsudin. 2016.** *Penentuan Daya Dukung Tanah Berdasarkan Hasil Pengukuran Cone Penetration Test(CPT) dan Uji Laboratorium.* 2016 (1), 1-4.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2004.** *Undang-undang No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan.* Lembaga Negara RI Tahun 2004. Sekertariat Negara. Jakarta.
- Safrianti, Meylis & Sari, Dewi P. 2018.** *Studi Perencanaan Bangunan Bronjong Pda Tikungan Sungai di Desa Meunasah Buloh.* 2018 (14), 112-113.
- Sukriman, Silvia. 1992.** *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan.* Bandung: Nova.