

PENGUNAAN BETON MATRAS SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF UNTUK PENANGGULANGAN BOCORAN PADA TANGGUL SALURAN IRIGASI

Tugiran¹⁾ Subari²⁾ Isman Suhadi³⁾

¹⁾ Alumni Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam “45” Bekasi

²⁾ Peneliti Ahli, Balai Irigasi, Dept.PUPR, Bekasi

³⁾ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam “45” Bekasi

Jl. Cut Mutiah No.83 Bekasi Telp. 021-88344436

e-mail : sipilunisma2010@gmail.com

ABSTRAK

Tanggul saluran irigasi sebagian besar berasal dari bahan tanah karena pemakaian bahan tanah untuk konstruksi tanggul saluran mempunyai nilai atau pertimbangan ekonomi dimana bahan tanah mudah didapat. Tanggul saluran yang menggunakan bahan timbunan tanah pada umumnya mempunyai kelemahan, diantaranya terhadap kekuatan geser dan tingkat rembesannya tinggi. Hal ini perlu mendapat perhatian karena stabilitas tanggul tersebut akan menjadi kritis apabila terjadi rembesan yang cukup tinggi. Salah satu tanggul yang mengalami kebocoran adalah tanggul pada saluran sekunder Irigasi BTT 27 (Bangunan Tarum Timur 27) yang berlokasi di desa Jatisari Sukamandi, Kabupaten Subang, Jawa Barat. Kebocoran telah mencapai angka 11% dari debit di hulu dan hilir saluran atau setara dengan 0,027 m³/ dt sehingga juga menimbulkan potensi kelongsoran.

Untuk mengatasi masalah tersebut maka digunakan beton matras yang berupa bahan *geotextile* yang diisi dengan mortar beton dan diinstalasi pada bidang kebocoran. Kelebihan penggunaan beton matras ini adalah pelaksanaannya mudah dan tidak perlu menunggu air di saluran kering.

Hasil dari pemasangan beton matras pada bidang bocor dapat mengurangi angka kebocoran dari 11 % menjadi 2,7 %, kestabilan tanggul ditingkatkan dengan mendesain ulang lebar mercu yang pada awalnya mempunyai lebar 1,5 m sehingga menghasilkan nilai *Safety Factor* (SF) 0,889 atau lebih kecil dari nilai SF yang disyaratkan 1,2 setelah direncanakan dengan lebar 2 m maka nilai SF meningkat menjadi 1,22 sehingga mempunyai batas aman dari nilai SF 1,2.

Kata kunci : rembesan, debit air, longsor, beton matras.

1. PENDAHULUAN

Saluran sekunder irigasi Bangunan Tarum Timur (BTT) 27 adalah merupakan bagian dari Jaringan Irigasi Induk Tarum Timur, Waduk Jatiluhur yang mengairi lahan sawah ± 250.000 ha di wilayah Kabupaten Bekasi, Karawang, Subang dan Indramayu. Aktivitas saluran BTT 27 sehari-harinya adalah melayani suplai air lahan pertanian tepatnya di daerah Desa Jatisari, Kecamatan Sukamandi, Kabupaten Subang, Jawa Barat.

Pada pengoperasionalannya saluran yang telah berumur 45 tahun telah mengalami kebocoran yang cukup signifikan hal ini ditandai dengan adanya rembesan pada bagian tanggul irigasi sehingga menyebabkan berkurangnya debit air di bagian hilir. Hasil pengukuran dengan alat Current Meter menunjukkan bahwa debit air di bagian hilir telah berkurang 11% dari debit air di bagian hulu.

Selain itu akibat rembesan air yang terjadi pada tanggul saluran menyebabkan longsor hal ini ditandai dengan adanya bidang geser yang terbentuk pada tanggul yang

mengikuti pola garis rembesan. Umumnya pola rembesan yang terjadi pada tanggul tanah awalnya membentuk bidang yang kecil, apabila tidak ditreatment dengan segera maka bidang rembesan tersebut akan semakin besar dan kebocoran akan terjadi yang dapat menyebabkan keruntuhan pada tanggul.

Untuk mengatasi masalah tersebut maka pihak Otorita Jatiluhur sebagai pemilik jaringan irigasi telah mengambil langkah-langkah penanggulangan yaitu dengan memanfaatkan beton matras sebagai bahan alternatif yang bersifat *impermeable* agar kebocoran yang ada dapat direduksi. Selain itu untuk meningkatkan kestabilan tanggul guna mencegah longsor maka telah diambil langkah yaitu dengan memperbesar lebar mercu pada tanggul.

Tinjauan Pustaka

Jebolnya suatu tanggul saluran, biasanya dimulai dengan terjadinya longsor baik pada hulu maupun lereng hilir tanggul yang disebabkan kurang memadainya stabilitas lereng tersebut. Stabilitas merupakan perhitungan konstruksi untuk menentukan ukuran (dimensi) tanggul agar mampu menahan gaya yang bekerja dalam keadaan apapun. Angka keamanan atau safety factor untuk menjamin stabilitas lereng (SF) adalah $> 1,2$. Nilai SF dapat dihitung dengan rumus

$$SF = \frac{C.1 + (W.\cos \alpha - u). \tan \phi}{W. \sin \alpha}$$

dimana :

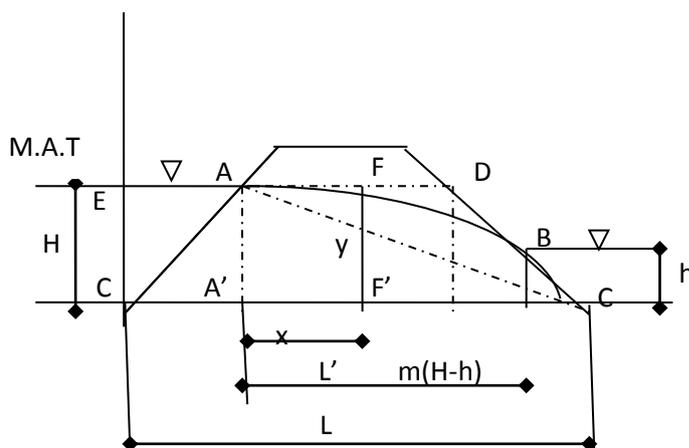
W = berat sendiri tanah

ϕ = sudut geser tanah

C = nilai kohesi tanah

α = sudut yang menghubungkan antara titik pusat segmen tanah dengan bidang geser tanah

Bocoran adalah besarnya kehilangan air yang disebabkan oleh perembesan. Garis rembesan dapat diasumsikan dengan perhitungan berdasarkan hokum Darcy sebagaimana yang terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar.1 Pola rembesan air menurut Hukum Darcy

Keterangan :

AB = gradient hidrolis

X = jarak bidang kedap air – piezometer

L' = panjang aliran filtrasi horizontal setinggi H

L = panjang aliran filtrasi (rembesan)

h = tinggi muka air rembesan

Persamaan debit aliran filtrasi (rembesan) adalah

$$Q = k/ 2. (H^2 - y^2)$$

Dimana :

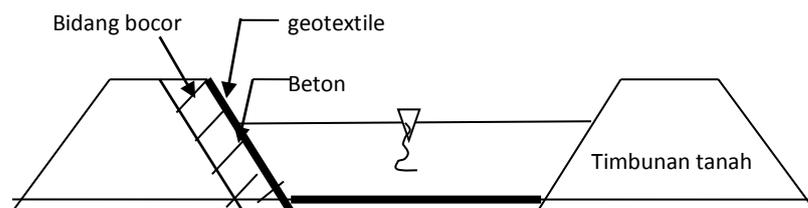
v = kecepatan aliran filtrasi

k = koefisien filtrasi

Q = debit aliran filtrasi

Beton matras adalah suatu elemen konstruksi yang berlapiskan bahan *geotextile* dan diisi campuran beton sebagai bahan pengisi. Fungsi utama dari beton matras adalah sebagai bahan pelapis *impermeable* untuk menanggulangi kebocoran- kebocoran yang terjadi di saluran irigasi, waduk, ataupun tanggul sungai , selain itu beton matras juga berguna untuk mengurangi bahaya erosi pada tebing.

Keuntungan penggunaan beton matras adalah dalam instalasinya yang mudah dan cepat serta mempunyai daya tahan lama. Pemasangan beton matras pada kasus kebocoran saluran irigasi/ sungai tidak perlu mengeringkan air yang ada di saluran (*pre draining*), elemen konstruksi ini langsung dapat dipasang dalam keadaan muka air normal ataupun tinggi sehingga mempercepat waktu pemasangan. Bandingkan dengan teknik pengkedapan air (*waterproofing*) dengan cara melapisi bahan *waterproof* pada dasar atau sisi saluran yang harus melakukan proses *pre draining* terlebih dahulu sehingga memakan waktu yang jauh lebih lama. Gambar 2 dibawah menunjukkan skema dari beton matras yang dipasang pada tanggul irigasi.



Gambar 2. Skema beton matras pada tanggul irigasi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan dua cara yaitu observasi lapangan dan uji laboratorium. Observasi lapangan dilakukan dengan menggunakan alat dan pengamatan secara kasat mata. Beberapa parameter di lapangan yang dicari besarnya dengan menggunakan alat antara lain : debit air (Q) , koefisien rembesan (k), Tinggi Muka Saluran (H).

a. Pengukuran di lapangan

Pengukuran debit air di saluran adalah dengan menggunakan alat *current meter*. Untuk pelaksanaan pengukuran dilakukan pada bagian hulu bocoran dan bagian hilir bocoran. Rumus untuk mendapatkan debit air adalah sebagai berikut :

$$Q = F \times V$$

dimana : Q = debit air (m³)

F = luas penampang basah (m²)

V = kecepatan air (cm/ dt)

Pengukuran koefisien rembesan adalah dengan menggunakan alat *piezometer* yang ditanam pada tanggul saluran irigasi. Pada alat yang terpasang tersebut diukur tinggi muka air untuk mendapatkan tinggi garis depresi. Setelah itu dihitung seberapa besar debit air yang merembes dengan mengikuti rumus dibawah ini.

$$Q = k/2 \cdot (H^2 - y^2)$$

dimana :

Q = debit aliran filtrasi

k = koefisien filtrasi

H, y = kemiringan garis rembesan terhadap bidang kedap air

b. Uji laboratorium

Uji yang dilakukan di labotatorium adalah uji Mekanika Tanah dengan mengambil sampel tanah di lokasi saluran, uji yang dilakukan adalah uji sifat fisik tanah dan uji kuat geser langsung (*direct shear*). Uji dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Balai Irigasi , Bekasi, Jawa Barat.

c. Instalasi beton matras.

Instalasi beton matras dilakukan dalam keadaan muka air saluran normal tanpa melakukan pengeringan terlebih dahulu. Cara pemasangannya adalah dengan menghamparkan kain geotextile pada dasar saluran dan lereng saluran setelah itu ujung bagian bawah matras diberi pemberat atau dipegang agar tidak hanyut atau terangkat.

Pada bagian mulut beton matras dimasukkan slang/ corong pengisi sampai rongga bagian dalam baru setelah itu diisi dengan campuran beton hingga beton mengering. Untuk lebih jelasnya maka Gambar ...) mengilustrasikan cara pengecoran beton matras pada saat telah terpasang di saluran irigasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil pengukuran di lapangan

Hasil pengukuran debit air saluran dengan menggunakan alat *current meter* tercantum sebagaimana Tabel 1 dibawah ini.

Tabel.1 Hasil pembacaan current meter di saluran

Kondisi saluran	Hasil pembacaan <i>current meter</i>					
	V hulu (cm/dt)	V hilir (cm/dt)	Q hulu (m ³ /dt)	Q hilir (m ³ /dt)	Kehilangan Debit (%) (m ³ /dt)	Persentase kehilangan debit (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Sebelum pemasangan beton matras	41,21	36,68	0,247	0,220	0,027	11 %
Setelah pemasangan beton matras	43,57	42,38	0,261	0,254	0,007	2,7 %

Dari hasil pembacaan Tabel 1 diatas pemasangan beton matras dapat mengurangi kehilangan debit air dari 11 % menjadi 2,7 % berarti pemasangan elemen konstruksi tersebut dapat mengurangi kebocoran yang terjadi disaluran secara signifikan.

Hasil pengukuran koefisien rembesan dengan menggunakan alat *piezometer* sebagaimana Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil pengujian rembesan dengan alat *piezometer*

Lokasi	a (cm ²)	A (cm ²)	L (cm)	t (dt)	h ₁ (cm)	h ₂ (cm)	h ₁ /h ₂	log h ₁ /h ₂	L/t (cm/dt)	k _(i) (cm/dt)
Titik 1	3,14	78,53	12	1200	240	160,6	1,494	0,174	0,01	1,6x10 ⁻⁴
Titik 2	3,14	78,53	12	1200	240	158,4	1,515	0,180	0,01	1,66x10 ⁻⁴
Titik 3	3,14	78,53	12	1200	240	159,9	1,501	0,176	0,01	1,62x10 ⁻⁴

Dari hasil perhitungan pada Tabel 2 diatas maka didapat harga k (koefisien rembesan) rata –rata adalah sebagai berikut

$$k = (k_1 + k_2 + k_3) / 3$$

$$= 1,63 \times 10^{-4} \text{ cm/ dt}$$

Dengan harga k diatas maka dapat disimpulkan kondisi tanah tersebut adalah tanah porous.

Setelah dilakukan uji rembesan tanah maka dilakukan uji rembesan geotekstil dengan ketebalan 0,1 cm pada lokasi yang sama.,Caranya adalah dengan menghamparkan kain geotekstil pada lokasi kebocoran lalu sebagaimana pada uji rembesan tanah alat piezometer akan mengukur tinggi garis depresi sehingga didapat nilai koefisien rembesan (k). Hasil uji koefisien rembesan pada geotekstil dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian rembesan pada geotekstil dengan alat *piezometer*

Lokasi	a (cm ²)	A (cm ²)	L (cm)	t (dt)	h ₁ (cm)	h ₂ (cm)	h ₁ /h ₂	log h ₁ /h ₂	L/t (cm/dt)	k _(i) (cm/dt)
Titik 1	3,14	78,53	0,1	74400	240	238,2	1,007	0,003	1,344x 10 ⁻⁶	4,042x 10 ⁻¹⁰
Titik 2	3,14	78,53	0,1	78404	240	238,2	1,007	0,003	1,275x 10 ⁻⁶	3,835x 10 ⁻¹⁰
Titik 3	3,14	78,53	0,1	87000	240	238,2	1,007	0,003	1,149x 10 ⁻⁶	3,457x 10 ⁻¹⁰

Dari hasil perhitungan pada Tabel.2 diatas maka didapat harga k (koefisien rembesan) rata –rata adalah sebagai berikut

$$k = (k_1 + k_2 + k_3) / 3$$

$$= 3,777 \times 10^{-10} \text{ cm/ dt}$$

Hasil ini menunjukkan dengan pemasangan geotekstil pada daerah kebocoran akan memperlambat kecepatan infiltrasi air sehingga akan memperkecil resiko kebocoran.

b. Hasil uji laboratorium

Dari hasil uji sifat fisik tanah di laboratorium didapat Berat Jenis (G) tanah adalah 2,5983, Batas plastis (Ip) 22,39 dan Batas cair (Wp) adalah 47,80 %. Dari hasil uji batas cair dan batas plastis maka dapat diperoleh tipe tanahnya adalah tipe CL (lempung dengan batas cair rendah).

Sedangkan hasil uji kuat geser tanah didapat nilai kohesi tanah (c) adalah 0,26 kg/ cm² dan sudut geser dalam (θ) adalah 28°. Selanjutnya hasil uji kuat geser tanah ini digunakan untuk menghitung stabilitas tanggul saluan irigasi. Perhitungan stabilitas tanggul saluran sebagaimana Tabel.4 dibawah ini.

Tabel 4. Perhitungan stabilitas tanggul saluran.

No. irisan	Luas (m ²)	W	α°	Sin α	Cos α	W.Sin α	W.Cos α	l	c	cl
1	0,395	0,7290	57	0,839	0,545	0,611	0,397	0,890	0,26	0,231
2	0,550	1,0151	41	0,656	0,755	0,666	0,767	0,681		0,177
3	0,610	1,1259	29	0,485	0,875	0,546	0,985	0,628		0,163
4	0,240	0,4430	18	0,309	0,951	0,951	0,421	0,524		0,136
						1,960	2,570			0,708

$$SF = \Sigma cL + (\Sigma W \cdot \cos \alpha \times \tan \theta) / \Sigma \sin \alpha$$

$$SF = 0,708 + (2,570 + 0,531) / 1,960 = 1,058$$

$$SF = 1,058 < 1,2 \longrightarrow \text{tidak aman}$$

Dari hasil perhitungan stabilitas tanggul saluran diatas menunjukkan bahwa kondisi tanggul tidak aman terhadap stabilitas sehingga perlu di desain ulang dimensi tanggul tersebut untuk mencapai kondisi aman. Untuk desain ulang tanggul maka menggunakan parameter yang sama tetapi lebar mercu dirubah menjadi 2m. Hasil perhitungan desain ulang tanggul dapat dilihat pada Tabel.5 dibawah.

Tabel 5. Perhitungan desain ulang stabilitas tanggul saluran.

No. irisan	Luas (m ²)	W=A.γ	α°	Sin α	Cos α	W.Sin α	W.Cos α	l	c	cl
1	0,6438	1,1883	60	0,8660	0,500	1,0291	0,5941	1,5359	0,26	0,3993
2	1,4813	2,7340	42	0,6691	0,7431	1,8293	2,0316	1,0472		0,2713
3	1,9125	3,5300	29	0,4848	1,8746	1,7113	3,0872	0,8377		0,2178
4	1,5750	2,9070	12	0,2079	0,9781	0,6044	2,8433	0,7679		0,1996
5.	0,5950	1,0982	5	0,0872	0,9962	0,0958	1,0940	0,7679		0,1996
						5,2699	9,6502			1,2886

$$SF = \frac{\sum cL + (\sum W \cdot \cos \alpha \times \tan \theta)}{\sum W \cdot \sin \alpha}$$

$$SF = \frac{1,2886 + (9,6502 \times 0,5317)}{5,2699} = 1,22$$

$$SF = 1,22 > 1,2 \longrightarrow \text{aman}$$

Dari hasil perhitungan maka lebar mercu 2 m aman terhadap stabilitas.

4. KESIMPULAN

1. Pengukuran debit saluran sebelum dipasang beton matras maka kehilangan airnya adalah 11 %. Hasil pengukuran debit saluran setelah dipasang beton matras kehilangan airnya adalah sebesar 2,7 %.
2. Pemasangan beton matras dalam mengatasi kebocoran cukup efektif karena dapat mengurangi kehilangan air di hulir sampai dengan 8,3 %.
3. Pelebaran mercu tanggul sampai dengan 2 meter mempunyai angka *safety factor* (SF) sebesar 1,22 lebih besar dari nilai SF minimal 1,2. yang berarti kondisi stabilitas tanggul cukup aman terhadap bahaya longsor.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, *Standar Perencanaan Saluran dan Bangunan-Bangunannya*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Braja M.Das, 1991, *Mekanika Tanah, Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis Jilid 1*, Penerbit Erlangga
- Braja M.Das, 1995, *Mekanika Tanah, Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis Jilid 2*, Penerbit Erlangga.
- Dept PUTL, 1979, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971, NI - 2*, Penerbit Direktorat Penyelidikan Masalah bangunan.
- Verhoef, P.N.W., 1989, *Geologi Teknik Untuk Teknik Sipil*, Penerbit Erlangga.
- Sosrodarsono, Soeyono, Takeda, Kensaku, 1989, *Bendungan Tipe Urugan*, Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta.
- Soedibyo, 1993, *Teknik Bendungan*, Pradnya Paramita, Jakarta.