

ANALISIS TEGANGAN GESER KRITIS DI SALURAN IRIGASI PRIMER D.I. MALOSO

Imam Rohani¹ (imam.rohani@unsulbar.ac.id)

Abdi Manaf² (abdijane123@gmail.com)

Amalia Nurdin³ (amalianurdin@unsulbar.ac.id)

Savni Alkayatni⁴ (savnialkayatni@gmail.com)

ABSTRAK

Tegangan geser kritis dalam saluran irigasi adalah parameter penting yang mempengaruhi stabilitas dan efisiensi sistem irigasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi lebih dalam mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi tegangan geser kritis dan bagaimana hal tersebut dapat dioptimalkan untuk meningkatkan kinerja saluran irigasi. Metodologi penelitian ini mencakup pengumpulan data, analisis laboratorium, dan perhitungan analitis menggunakan persamaan tegangan geser kritis (τ_c). Tegangan geser kritis pada saluran irigasi dipengaruhi oleh adanya fluktuasi debit dan karakteristik tanah di DAS yang menjadi sumber sedimen. Nilai tegangan geser kritis di BMKi 1 0.00706 kg/m², BMKi 2 0.00471 kg/m², dan BMKi 3 0.00471 kg/m², berdasarkan analisis pada diagram shield diperoleh kondisi sedimen cenderung partikel diam, sehingga terjadi pengendapan sedimen pada lokasi sepanjang BMKi 2 - BMKi 4, yang membutuhkan pengerukan dan pengangkutan sedimen secara berkala.

Kata Kunci: Analisis, Tegangan geser kritis, Saluran, Primer, Irigasi, Maloso

ABSTRACT

Critical shear stress in irrigation channels is an important parameter that affects the stability and efficiency of irrigation systems. This study aims to explore more deeply the factors that affect critical shear stress and how it can be optimized to improve the performance of irrigation channels. The methodology of this study includes field data collection, laboratory analysis, and analytical calculations using the critical shear stress equation (τ_c). Critical shear stress in irrigation channels is influenced by the fluctuation of discharge and soil characteristics in the watershed that is the source of sediment. The critical shear stress values in BMKi 1 0.00706 kg/m², BMKi 2 0.00471 kg/m², and BMKi 3 0.00471 kg/m², Based on the analysis of the shield diagram, it was found that the sediment conditions tended to be stationary particles, resulting in sediment deposition at locations along BMKi 2 - BMKi 4, which required periodic dredging and transportation of sediment.

Key Words: Analysis, Critical shear stress, Channel, Primary, Irrigation, Maloso

PENDAHULUAN

Tegangan geser kritis dalam saluran irigasi merupakan parameter penting yang mempengaruhi stabilitas dan efisiensi sistem irigasi. Dalam konteks ini, analisis tegangan geser kritis berfungsi untuk memahami perilaku aliran air dan interaksinya dengan sedimen yang ada di dalam saluran. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa fluktuasi debit air dapat mempengaruhi pergerakan sedimen dan tegangan geser yang terjadi di dasar saluran (Latif et al., 2019). Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi lebih dalam mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi tegangan geser kritis dan bagaimana hal tersebut dapat dioptimalkan untuk meningkatkan kinerja saluran irigasi.

¹ Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Barat (Penulis Korespondensi);

² Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Barat;

³ Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Barat;

⁴ Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Barat.

Salah satu aspek yang perlu diperhatikan adalah pengaruh dari geometri saluran terhadap tegangan geser. Saluran yang memiliki desain yang baik dapat mengurangi akumulasi sedimen dan meningkatkan efisiensi aliran. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Azmeri et al., ditemukan bahwa pengerukan dan pengangkutan sedimen secara berkala dapat meningkatkan kinerja bendung irigasi (Azmeri et al., 2020). Hal ini menunjukkan bahwa pengelolaan sedimen yang efektif sangat penting untuk menjaga kapasitas aliran di saluran irigasi.

Selain itu, analisis stabilitas saluran irigasi juga melibatkan karakteristik material dasar sedimen yang membentuk saluran tersebut. Agung dan Ardianto menjelaskan bahwa analisis stabilitas menggunakan model material peralihan tanah-batuan dapat memberikan wawasan mengenai bagaimana material tersebut berperilaku di bawah tekanan (Agung & Ardianto, 2019). Dengan memahami karakteristik material, kita dapat lebih baik merancang saluran yang mampu menahan tegangan geser yang tinggi tanpa mengalami kerusakan.

Tegangan geser kritis dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk kecepatan aliran, kedalaman air, dan karakteristik sedimen. Penelitian oleh Suryatmaja menunjukkan bahwa analisis aliran andal dengan metode Weibull dapat digunakan untuk mengevaluasi kebutuhan air irigasi dan efisiensi jaringan irigasi (Suryatmaja, 2024). Dengan memahami hubungan antara kecepatan aliran dan tegangan geser, kita dapat merancang saluran yang lebih efisien.

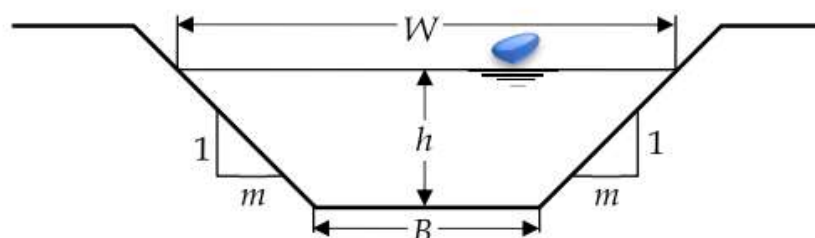
Selain itu, perubahan kondisi dasar saluran, seperti degradasi dan agradasi, juga dapat mempengaruhi tegangan geser kritis. Penelitian oleh Nazri menunjukkan bahwa evaluasi kondisi jaringan irigasi dapat memberikan wawasan mengenai bagaimana struktur saluran dapat diperbaiki untuk meningkatkan kinerja (Nazri, 2023). Dengan melakukan analisis menyeluruh terhadap kondisi saluran, kita dapat mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan dan merencanakan tindakan yang tepat.

Analisis tegangan geser kritis memiliki implikasi yang signifikan untuk kinerja saluran irigasi. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti geometri saluran, material yang digunakan, dan pengelolaan sedimen dapat meningkatkan efisiensi aliran dan mengurangi risiko kerusakan. Dengan menerapkan prinsip-prinsip ini dalam desain saluran irigasi, kita dapat memastikan bahwa sistem irigasi dapat beroperasi secara optimal dalam jangka panjang.

KAJIAN PUSTAKA

Penampang Saluran Irigasi

Bentuk penampang saluran irigasi pada muka tanah umumnya ada beberapa macam antara lain; bentuk trapesium, empat persegi panjang, segitiga, setengah lingkaran. Saluran irigasi D.I Maloso memiliki tampang berbentuk trapesium. Sebagai penjelasan pendahuluan, akan digunakan tampang trapesium umum yang mempunyai lebar dasar, B , kemiringan tebing/lereng saluran, m , dan kedalaman air, h , seperti disajikan dalam gambar 1.



Gambar 1. Penampang trapesium

Jari-jari hidraulik saluran ditentukan dengan persamaan sebagai berikut (Kambuaya, 2014):

$$R = \frac{A}{P} \quad (1)$$

Dimana:

- R = jari-jari hidraulis (m)
- A = luas penampang basah (m²)
- P = keliling basah saluran (m)

Persamaan untuk menghitung luas penampang basah (*A*) dan keliling basah saluran (*P*), adalah sebagai berikut:

$$A = (B + mh)h \tag{2}$$

$$P = B + 2h(m^2 + 1)^{0.5} \tag{3}$$

Saluran ekonomis trapesium memiliki nilai kemiringan dinding saluran, $m = \sqrt{\frac{1}{3}} = 0.6$

Analisa Saringan

Sampel sedimen dasar akan diuji analisis saringan (*grain size analysis*) yang dimana bertujuan untuk menentukan distribusi ukuran partikel sedimen dalam sampel. Analisis saringan merupakan uji saringan yang mendefinisikan diameter partikel sedimen. Parameter-parameter analisis distribusi ukuran butir sedimen yakni dengan menghitung berat tertahan pada setiap saringan (*W_n*), persen tertahan pada saringan ke-*n* (*R_n*), persen kumulatif tertahan pada saringan ke-*n* (*ΣR_n*), serta persen kumulatif lolos pada saringan ke-*n*. Dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$n = (\text{Berat Saringan} + \text{Sedimen}) - (\text{Berat Saringan Kosong}) \tag{4}$$

$$R_n = \frac{W_n}{\text{Berat total Sedimen}} \times 100 \% \tag{5}$$

$$\Sigma R_n = \Sigma R_n \tag{6}$$

$$\% \text{Lolos} = 100 - \Sigma R_n \tag{7}$$

Dimana :

- W_n = berat tertahan pada saringan ke-*n*, (gram)
- R_n = persen tertahan pada saringan ke-*n*, (%)
- Σ_n = persen kumulatif tertahan pada saringan ke-*n* (%)

Berat Jenis Sedimen

Berat jenis (*spetific gravity*) sedimen merupakan angka perbandingan antara berat butir partikel sedimen (*γ_s*) dengan berat volume air (*γ_w*). Dinyatakan pada rumus persamaan berikut (Fatriza, 2023):

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \tag{8}$$

Dimana:

- G_s = berat jenis (gr/cm³)
- γ_s = berat volume partikel (gr/cm³)
- γ_w = berat volume air (gr/cm³)

Untuk menentukan berat butir partikel sedimen (*γ_s*) dengan berat volume air (*γ_w*) menggunakan rumus sebagai berikut (SNI 1964, 2008):

$$\gamma_s = W_2 - W_1 \quad (9)$$

$$\gamma_w = (W_5 + W_4) - W_3 \quad (10)$$

Dimana:

W_1 = berat picnometer (gram)

W_2 = berat picnometer dengan sedimen (gram)

W_3 = berat picnometer dengan air dan sedimen (gram)

W_4 = berat picnometer dengan air (gram)

Tegangan Geser Kritis

Nilai tegangan geser kritis dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$\tau_{c*} = \frac{\tau_c}{(\rho_s - \rho_w) D_s} \quad (11)$$

Dimana:

τ_{c*} = parameter tegangan geser

τ_c = tegangan geser kritis

ρ_s = berat jenis sedimen (kg/m^3)

ρ_w = berat jenis air (1000 kg/m^3)

D_s = diameter sedimen

Nilai parameter tegangan geser (τ_{c*}) ditentukan melalui kurva diagram pergerakan partikel butiran sedimen Shields yang didasarkan terhadap nilai Reynolds Number (Re). Bilangan Reynold merupakan faktor tak yang dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$Re = \frac{U_* \cdot D_s}{\nu} \quad (12)$$

Dimana :

Re = bilangan reynolds

U_* = kecepatan geser (m/s)

ν = viskositas (m^2/s)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk memahami bagaimana tegangan geser kritis mempengaruhi aliran air dalam saluran irigasi, yang dapat berkontribusi terhadap stabilitas dan efisiensi sistem irigasi. Metodologi penelitian ini mencakup pengumpulan data, analisis laboratorium, dan perhitungan analitis menggunakan persamaan tegangan geser kritis (τ_c) untuk mendapatkan pemahaman yang komprehensif mengenai fenomena ini.

Alat Dan Bahan

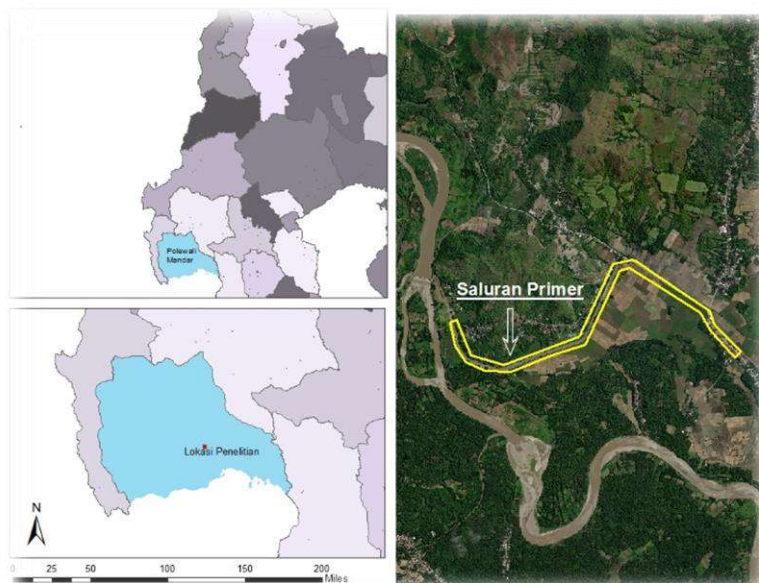
Alat dan bahan yang digunakan meliputi :

- a. Current meter
- b. Untuk pengujian analisa saringan (*grain size analysis*) di laboratorium menggunakan alat sebagai berikut:
 - Satu set saringan (no 4, 10, 16, 30, 40, 60, 100, 200, pan) dan mesin pengayak (*shieve shaker*)
 - Timbangan dengan ketelitian sekurang – kurangnya 0,01 gram
 - Sikat/kuas
 - Oven laboratorium

- c. Untuk pengujian untuk uji berat jenis (*specific gravity*) menggunakan alat sebagai berikut :
- Piknometer 100 cc
 - Corong
 - Timbangan dengan ketelitian sekurang – kurangnya 0,01 gram
 - Air suling dan botol aquades
 - Termometer
 - Oven laboratorium
 - Ayakan no.10

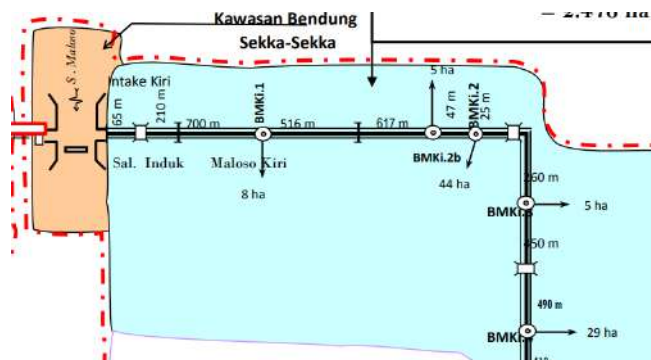
Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang menjadi studi pada penulisan laporan ini adalah di bendung sekka-sekka yang berlokasi di Polewali Mandar, Kelurahan Batupanga, Kecamatan Luyo, dengan titik fokus penelitian yaitu pada saluran primer irigasi bendung, di wilayah juru pengairan Masila, lokasi penelitian ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Lokasi penelitian

Lokasi penelitian berdasarkan skema jaringan saluran Irigasi BMKi 2, BMKi 3, dan BMKi 4 dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Skema jaringan irigasi

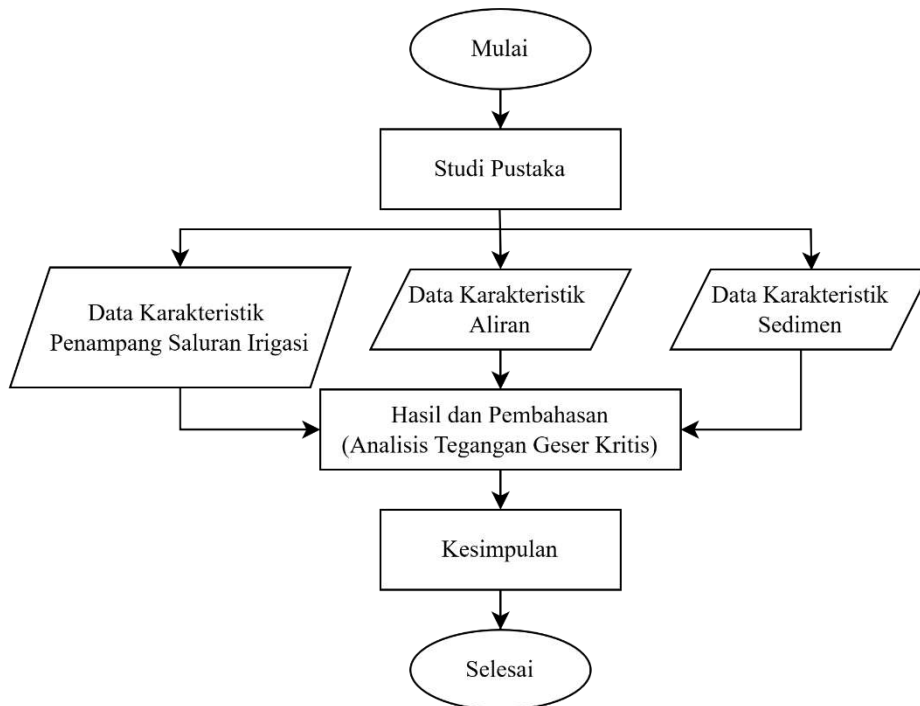
Untuk pengambilan sampel sedimen dilakukan di tiga titik. Penempatan titik-titik sampel ini memungkinkan pemantauan yang lebih menyeluruh terhadap distribusi dan karakteristik sedimen yang terbawa aliran air. Lokasi titik pengambilan sampel sedimen dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Lokasi titik sampel

Bagan Alir Penelitian

Proses penelitian ini seperti ditunjukkan pada bagan alir penelitian, gambar 5.



Gambar 5. Bagan alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Penelitian

Karakteristik Penampang

Saluran irigasi primer bendung sekka-sekka memiliki lebar dasar saluran (B) = 7,5 meter untuk saluran BMKi 2 dan BMKI 3, serta $B = 6,5$ meter pada BMKi 4. Kedalaman air pada BMKi 2 (h) = 1.75 m pada BMKi 3 (h) = 2 m dan pada titik BMKi 4 (h) = 3 m. Dapat dilihat tabel 1.

Tabel 1. Ukuran penampang saluran irigasi primer

Penampang	B	h	m
BMKi 2	7.5	1.75	0.6
BMKi 3	7.5	2	0.6
BMKi 4	6.5	3	0.6

Luas penampang basah saluran dapat dihitung sebagai berikut:

$$A = (B + mh)h$$

$$A = (7.5 + 1.2)1.75$$

$$A = 14.9 \text{ m}^2$$

Keliling basah saluran dihitung sebagai berikut :

$$P = B + 2h (m^2 + 1)^{0.5}$$

$$P = 7.5 + 2(1.75) (0.6^2 + 1)^{0.5}$$

$$P = 7.5 + (4)(1.17)$$

$$P = 11.58 \text{ m}^2$$

Berdasarkan nilai luas penampang basah (A) dan nilai keliling basah (P) saluran, maka jari-jari hidraulis dapat dihitung sebagai berikut:

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{14.9}{11.58}$$

$$R = 1.28 \text{ m}^2$$

Karakteristik Aliran

Kecepatan geser aliran

Berdasarkan data perhitungan karakteristik penampang maka nilai kecepatan geser dapat dihitung sebagai berikut dengan Panjang saluran dari BMKi2 ke BMKi4 sama dengan 1225 meter, kedalaman hulu 1.75 meter dan kedalaman hilir 3 meter maka didapatkan nilai kemiringan dasar saluran (S) = 0,00102 :

$$U_* = \sqrt{g \cdot R \cdot S}$$

$$\begin{aligned}
 U_* &= \sqrt{10 \cdot (1.28) \cdot (0.00102)} \\
 &= \sqrt{0,0124} \\
 &= 0.1142 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Debit aliran

Berdasarkan data dilapangan saluran memiliki lebar 18 m dengan kedalam air 1.3 m. Nilai debit (*Q*) dapat dilihat pada perhitungan sebagai berikut dengan menggunakan persamaan pintu Romijn :

$$\begin{aligned}
 Q &= 1.71 \times B \times h^3/2 \\
 &= 1.71 \times 18 \times 1.33/2 \\
 &= 52.02 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

Bedasarkan perhitungan maka debit (*Q*) air yang masuk pada saluran irigasi yaitu 52.02 m³/s.

Kecepatan aliran

Kecepatan aliran diukur menggunakan alat current meter dengan data hasil pengukuran disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran kecepatan aliran

Lokasi	Kedalaman Air (h) (m)	Suhu Air (T) (°C)	Kecepatan (fps)					
			V1		V2		V3	
			m/s	max	m/s	max	m/s	max
BMKi 2	1.75	37.2	0.4	0.6	1.0	1.5	0.8	0.9
BMKi 3	2	30.9	0.4	0.4	0.9	0.11	0.3	0.4
BMKi 4	3	34.1	0.3	0.4	0.8	0.9	0.2	0.4

Viskositas

Suhu air rata-rata pada saluran primer yakni 34.06°C. Berdasarkan tabel nilai koefisiien kekentalan kinematic sebagai acuan fungsi suhu maka viskositas dapat dihitung sebagai berikut (ASYIFA & PRABOWO, 2023)

$$\begin{aligned}
 V &= 0.80 + \left(\frac{34.06-30}{35-30} \right) \times (0.72 - 0.80) \\
 &= 0.80 + (0.812) \times (-0.08) \\
 &= 0.15 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}
 \end{aligned}$$

Karakteristik Sedimen

Analisa saringan

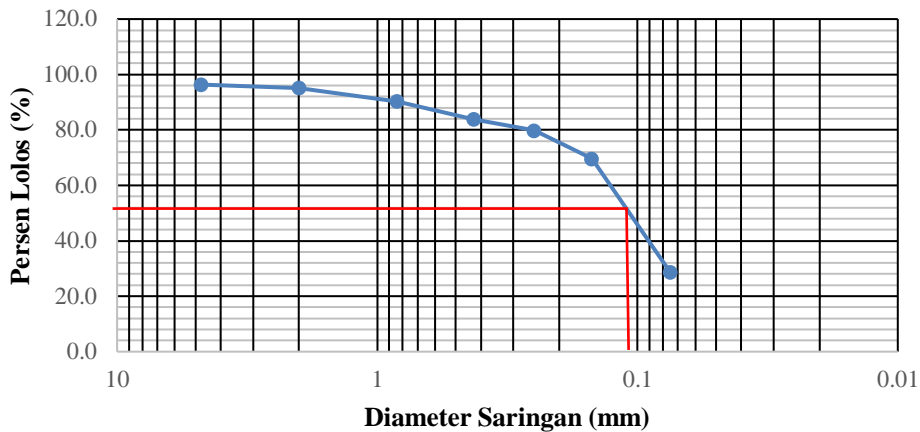
Data berat masing-masing sampel sedimen yaitu pada sampel BMKi2 sebesar 247 gram, sampel BMKi3 sebesar 318 gram dan sampel BMKi4 sebesar 253 gram. Setelah pengujian laboratorium data kemudian dianalisis untuk menghitung parameter-parameter analisa saringan (*grain size analysis*) (SNI 03-3423-1994, 2018). Untuk representasi, nilai D50 diambil dari sampel sedimen

di titik BMKi2 yang berada dibagian hulu saluran irigasi. Hasil perhitungan kemudian di sajikan dalam bentuk tabel 3.

Tabel 3. Hasil perhitungan sampel BMKi 2

No Saringan	Wn (gr)	Rn (%)	ΣRn (%)	%lolos (%)
4	9	3.6	3.6	96.4
10	3	1.2	4.9	95.1
20	12	4.9	9.7	90.3
40	16	6.5	16.2	83.8
50	10	4.0	20.2	79.8
100	25	10.1	30.4	69.6
200	101	40.9	71.3	28.7
PAN	71	28.7	100.0	0.0
Total	247			

Kemudian menentukan D50 yang dimana digunakan sebagai salah satu parameter penting dalam perhitungan tegangan geser kritis. Grafik analisis ukuran butir sedimen disajikan pada gambar 6.

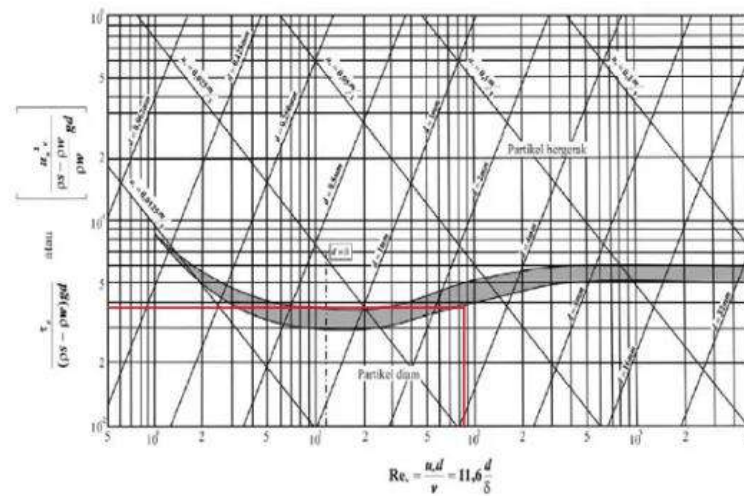


Analisis Tegangan Geser Kritis di Saluran Irigasi

Untuk menentukan nilai tegangan geser kritis, maka perlu ditentukan terlebih dahulu nilai parameter tegangan geser kritisnya menggunakan kurva diagram shield, yang didasarkan pada nilai Reynolds number (Re). Dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Re &= \frac{U_* \cdot D_s}{\nu} \\
 &= \frac{(0.1142) \cdot (0.000114)}{0.15 \times 10^{-6}} \\
 &= 86,8
 \end{aligned}$$

Nilai bilangan Reynold yang diperoleh kemudian dimasukkan ke kurva diagram shield untuk menentukan parameter tegangan geser, ditunjukkan pada gambar 7

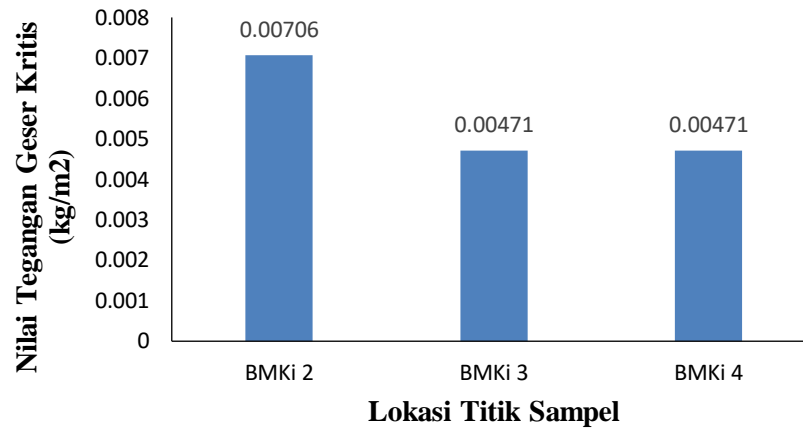


Gambar 7. Kurva diagram shield

Berdasarkan grafik dari gambar 7, maka nilai parameter tegangan geser sebesar 0.038, kemudian mencari nilai tegangan geser kritis dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \tau_{c*} &= \frac{\tau_c}{(\rho_s - \rho_w) D_s} \\
 0.038 &= \frac{\tau_c}{(2630 - 1000) 0.000114} \\
 \tau_c &= (0.038) \cdot (0.186) \\
 &= 0.00796 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

Nilai tegangan geser kritis pada setiap titik lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada gambar 8, berikut:



Gambar 8. Tegangan geser kritis pada saluran irigasi

Tegangan geser kritis pada saluran irigasi primer D.I. Maloso dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain : adanya fluktuasi debit di saluran irigasi yang berpengaruh terhadap kecepatan aliran, dan karakteristik tanah di DAS yang menjadi sumber sedimen. Dari gambar 8, ditunjukkan nilai tegangan geser kritis di BMKi 2 0.00706 kg/m², BMKi 3 0.00471 kg/m², dan BMKi 4 0.00471 kg/m², semakin ke hilir semakin kecil. Dari gambar 7, diagram shield ditunjukkan bahwa kondisi sedimen, tepat berada digaris batas mulai bergerak yang cenderung di bawah, dimana partikel diam, hal ini menunjukkan terjadi pengendapan sedimen pada lokasi sepanjang BMKi 2 - BMKi 4 sehingga dibutuhkan pengerukan dan pengangkutan sedimen secara berkala.

KESIMPULAN

Tegangan geser kritis pada saluran irigasi primer D.I. Maloso disebabkan oleh fluktuasi debit dan karakteristik tanah/ sedimen, Nilai tegangan geser kritis semakin ke hilir semakin kecil. Berdasarkan analisis pada diagram shield diperoleh kondisi sedimen cenderung partikel diam, sehingga terjadi pengendapan sedimen pada lokasi sepanjang BMKi 2 - BMKi 4, yang membutuhkan pengerukan dan pengangkutan sedimen secara berkala.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, P. A. M., & Ardianto, A. (2019). Analisis Stabilitas Menggunakan Model Material Peralihan Tanah-Batuan. *Construction and Material Journal*, 1(3), 225–230. <https://doi.org/10.32722/cmj.v1i3.2420>
- ASYIFA, Y., & PRABOWO, S. H. (2023). Analisis Optimalisasi Jadwal Pengurasan Kantong Lumpur Daerah Irigasi Glapan Barat. *Eskripsi.Usm.Ac.Id*. <https://eskripsi.usm.ac.id/files/skripsi/C11A/2019/C.111.19.0113/C.111.19.0113-15-File-Komplit-20230904062311.pdf>
- Azmeri, A., Basri, H., Sundary, D., Endang, Y. E. C., & Jemi, F. Z. (2020). Hidrodinamika Dan Produk Sedimen Terhadap Bendung Irigasi Keumala, Sungai Krueng Baro, Provinsi Aceh. *Jurnal Irigasi*, 15(1), 1–14. <https://doi.org/10.31028/ji.v15.i1.1-14>
- Kambuaya, L. R. (2014). Bentuk dan Dimensi Saluran Terbuka. https://lorenskambuaya.blogspot.com/2014/05/Bentuk-Dan-Dimensi-Saluran-Terbuka_18.html
- Latif, F., Said, M., & Amalia, A. R. (2019). Studi Pergerakan Sedimen Akibat Fluktuasi Debit Pada Saluran Terbuka (Uji Laboratorium). *Teknik Hidro*, 12(1), 34–44. <https://doi.org/10.26618/th.v12i1.2465>

- Nazri, K. (2023). Evaluasi Kondisi Jaringan Irigasi Saluran Irigasi Primer Pada Daerah Irigasi Kerasaan Kabupaten Simalungun Wilayah Kerja Balai Wilayah Sungai Sumatera Ii. *Jtsip*, 1(2), 197–202. <https://doi.org/10.30743/jtsip.v1i2.6703>
- SNI 03-3423-1994. (2018). Cara uji analisis ukuran butir tanah. *Badan Standardisasi Nasional*, 20(2).
- SNI 1964:2008. (2008). Cara Uji Berat Jenis Tanah. *SNI 4513:2008 Cara Uji Penetrasi Lapangan Dengan SPT*, 12.
- Suryatmaja, I. B. (2024). Analisis Efektivitas Dan Efisiensi Saluran Irigasi Wae Locak Pada Daerah Aliran Sungai Di Daerah Wali Manggarai Tengah. *Jurnal Ilmiah Kurva Teknik*, 13(1), 26–30. <https://doi.org/10.36733/jikt.v13i1.9077>

Ucapan Terima Kasih

Ucapan Terima Kasih kepada BWS Sulawesi V Mamuju yang telah memberi izin penelitian dan membantu pengambilan data di lapangan, dan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penelitian ini.