

Verifikasi Terjadinya Gerusan Pada Dasar Sungai di Sekitar Pilar Jembatan Kuala Samboja Kabupaten Kutai Kartanegara

Ahmad Arsy Pradana¹, Tommy Ekamitra², Priyo Suroso³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda

Email: apradana@polnes.ac.id, tommysutarto@polnes.com

Artikel Informasi

Riwayat Artikel

Diterima, 15 Januari 2024

Direvisi, 15 Februari 2024

Disetujui, 9 April 2024

Kata Kunci:

Pilar Jembatan,

Gerusan,

Kuala Samboja

Keywords:

Bridge Pillar,

Scouring,

Kuala Samboja

ABSTRAK

Jalan Poros Balikpapan-Handil II terletak di Kecamatan Samboja, jalan ini merupakan salah satu jalan provinsi yang menghubungkan antara Kota Balikpapan dengan Kelurahan Handil, Jembatan Kuala Samboja merupakan jembatan yang terletak di Jalan Poros Balikpapan-Handil II merupakan penghubung antara pengendara dari arah Balikpapan menuju Handil (Kuala Samboja) maupun arah sebaliknya. Dibangun pada tahun 1992, jembatan ini menjadi satu-satunya penghubung antara Jalan Poros Balikpapan dengan Kuala Samboja (Pradana dkk., 2022). Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian sebelumnya yang berjudul Analisis Gerusan Lokal Menggunakan Metode Empiris Pada Pilar Jembatan Kuala Samboja Kabupaten Kutai Kartanegara yang telah dilakukan pada tahun 2022. Penelitian ini bertujuan sebagai verifikasi akan terjadinya gerusan pada dasar sungai di sekitar Pilar Jembatan Kuala Samboja berdasarkan data-data dari sampel sedimen yang telah diambil di lapangan. Penelitian ini menggunakan data-data sekunder yang sumbernya diambil dari penelitian sebelumnya. Hasil perhitungan menyimpulkan bahwa telah terjadi gerusan di dasar sungai di sekitar pilar jembatan Kuala Samboja Kabupaten Kutai Kartanegara.

ABSTRACT

Balikpapan-Handil Axis Road II is located in Samboja Sub-district, this road is one of the provincial roads that connects Balikpapan City with Handil Sub-district, Kuala Samboja Bridge is a bridge located on Jalan Poros Balikpapan-Handil II is a link between motorists from Balikpapan to Handil (Kuala Samboja) and vice versa. Built in 1992, this bridge is the only link between Balikpapan Axis Road and Kuala Samboja (Pradana et al., 2022). This research is a follow-up research to the previous research entitled Analysis of Local Scour Using Empirical Method on Kuala Samboja Bridge Pillar of Kutai Kartanegara Regency which was conducted in 2022. This research aims to verify the occurrence of scour on the riverbed around the Kuala Samboja Bridge Pillar based on data from sediment samples that have been taken in the field. This study uses secondary data whose sources are taken from previous research. The calculation results conclude that scouring has occurred on the riverbed around the Kuala Samboja bridge pillar in Kutai Kartanegara Regency.



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

Penulis Korespondensi:

Ahmad Arsy Pradana

Program Studi Rekayasa Perawatan dan Restorasi Jembatan, Politeknik Negeri Samarinda

Email: apradana@polnes.ac.id

PENDAHULUAN

Jalan Poros Balikpapan-Handil II terletak di Kecamatan Samboja, jalan ini merupakan salah satu jalan provinsi yang menghubungkan antara Kota Balikpapan dengan Kelurahan Handil, Jembatan Kuala Samboja merupakan jembatan yang terletak di Jalan Poros Balikpapan-Handil II merupakan penghubung antara pengendara dari arah Balikpapan menuju Handil (Kuala Samboja) maupun arah sebaliknya. Dibangun pada tahun 1992, jembatan ini menjadi satu-satunya penghubung antara Jalan Poros Balikpapan dengan Kuala Samboja (Pradana dkk., 2022).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Pradana dkk pada tahun 2022, terdapat indikasi terjadinya gerusan lokal pada pilar Jembatan Kuala Samboja, perhitungan kedalaman gerusan lokal menggunakan metode Froehlich menghasilkan kedalaman gerusan sebesar 0,741 m dan sebesar 0,922 m menggunakan metode Laursen & Toch.

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian sebelumnya yang berjudul Analisis Gerusan Lokal Menggunakan Metode Empiris Pada Pilar Jembatan Kuala Samboja Kabupaten Kutai Kartanegara yang telah dilakukan pada tahun 2022. Penelitian ini bertujuan sebagai verifikasi akan terjadinya gerusan pada dasar sungai di sekitar Pilar Jembatan Kuala Samboja berdasarkan data-data dari sampel sedimen yang telah diambil di lapangan.

Gerusan didefinisikan sebagai pembesaran dari aliran yang disertai dengan pemindahan material melalui aksi gerakan fluida. Gerusan lokal terjadi pada suatu kecepatan aliran di mana sedimen yang ditranspor lebih besar dari sedimen yang disuplai. Transpor sedimen akan bertambah dengan meningkatnya tegangan geser sedimen, gerusan terjadi ketika perubahan kondisi aliran menyebabkan peningkatan tegangan geser dasar (Laursen, 1952 dalam (Daties, 2012)).

Perhitungan kemiringan dasar sungai (*slope*) sangat penting untuk mengetahui tingkah laku hidrolis serta potensi akan terjadinya erosi. Salah satu metode yang sering digunakan untuk menghitung kemiringan dasar sungai adalah menggunakan Metode Hack yang dikemukakan pada tahun 1957.(Scherler & Schwanghart, 2020). Perhitungan kemiringan dasar sungai dapat dinyatakan dalam rumus berikut:

$$S = 18 \left(\frac{d}{A_d} \right)^{0.6}$$

Dimana:

S : Kemiringan dasar sungai (ft/mil)

d : Diameter sedimen dasar sungai (mm)

A_d : Luas daerah tangkapan hujan (mil²)

Selain kemiringan dasar sungai, sangat penting untuk mempertimbangkan tegangan gesek maksimum pada dasar sungai (Asrillah dkk., 2019). Ada beberapa faktor penting untuk menentukan tegangan gesek maksimum pada dasar sungai, di antaranya adalah kecepatan aliran sungai, ukuran dan bentuk riprap serta kemiringan dasar sungai. Untuk mengetahui tegangan gesek maksimum dapat menggunakan grafik pada Gambar 1 berikut. Dari gambar di bawah dapat juga diketahui hubungan antara tegangan maksimum dengan jari-jari hidrolis, kemiringan dasar sungai dan berat volume air. Sehingga dapat diketahui tegangan gesek maksimum di dasar sungai ($\tau_b \text{ max}$) adalah sebagai berikut:

$$\tau_b = \gamma RS$$

Dimana:

τ_b max : Tegangan gesek maksimum dasar sungai (N/m^2)

γ : Berat jenis air ($10.000 N/m^3$)

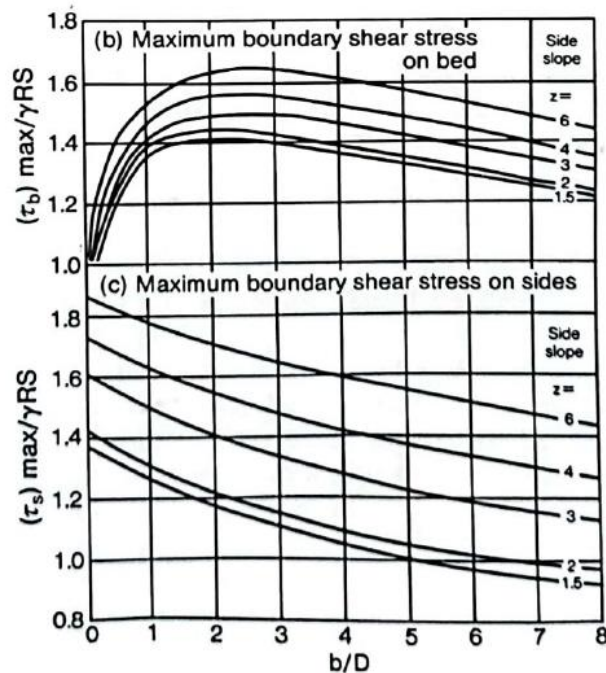
R : Jari-jari hidrolis (m)

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

A : Luas penampang basah (m^2)

P : Keliling basah (m)

S : Kemiringan dasar sungai



Gambar 1. Grafik distribusi tegangan gesek pada kanal trapezoid

Dimana:

b : Lebar kanal (m)

D : Kedalaman normal aliran (m)

Permulaan gerak butiran sedimen dasar merupakan awal mula angkutan sedimen. Salah satu faktor yang menyebabkan permulaan gerak sedimen adalah kecepatan (Rubawi Achmad & Ikhsan, 2017). Kecepatan geser pada butiran dapat dinyatakan dalam rumus berikut:

$$U_* = \left(0.1 \left(\frac{\gamma_s}{\gamma} - 1 \right) gd \right)^{0.5}$$

Dimana:

U^* : Kecepatan geser (m/det)

γ_s : Berat volume partikel sedimen (N/m^3)

γ : Berat volume air (N/m^3)

- g : Percepatan gravitasi (9,81 m/s²)
- d : Diameter butir sedimen, d₅₀ (m)

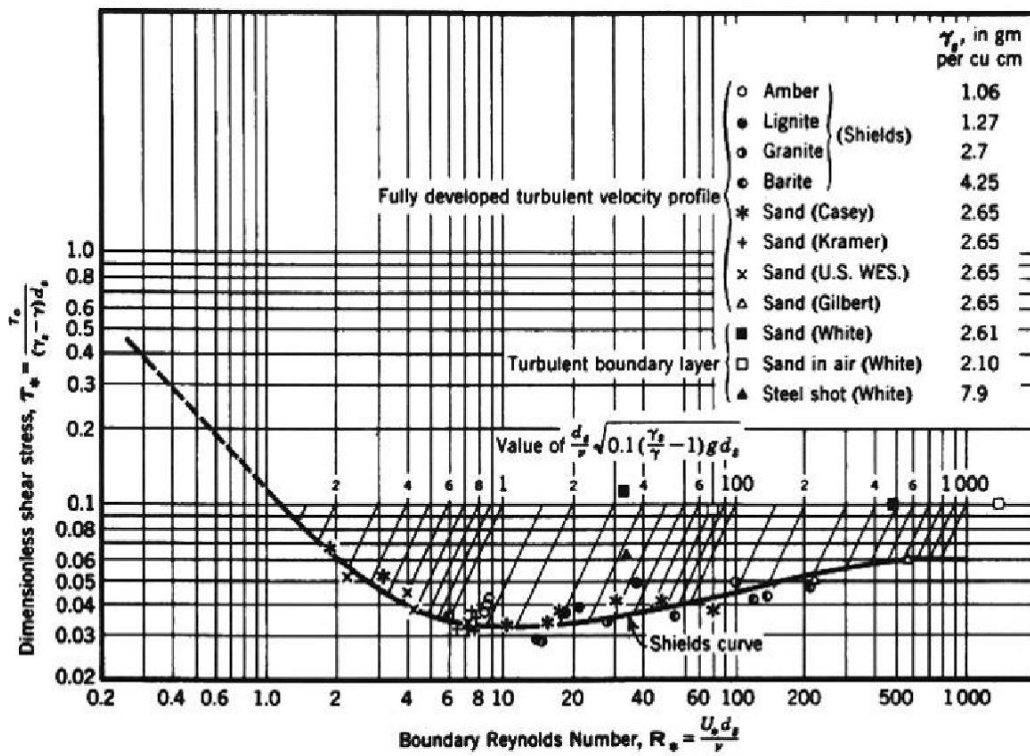
Kecepatan geser kemudian digunakan untuk menentukan bilangan Reynolds yang terjadi (Said dkk., 2019). Rumus bilangan Reynolds adalah sebagai berikut:

$$R = \frac{U_* \cdot D_s}{\nu}$$

Dimana:

- U* : Kecepatan geser (m/s)
- Ds : Diameter sedimen (m)
- ν : Viskositas (m²/det)

Setelah bilangan Reynolds didapatkan selanjutnya menentukan dimensi tegangan gesek (τ*) menggunakan diagram Shields pada Gambar 2 (Rubawi Achmad & Ikhsan, 2017).



Gambar 2. Diagram Shields

Berdasarkan gambar di atas, rumus dimensi tegangan gesek adalah sebagai berikut

$$\tau_* = \frac{\tau_c}{(\gamma_s - \gamma_w) \cdot D_s}$$

Dimana:

- τ* : Dimensi tegangan gesek
- τ_c : Tegangan gesek kritis (N/m²)
- γ_s : Berat volume partikel sedimen (N/m³)

- γ_w : Berat volume air (N/m³)
 d_{50} : Diameter butiran sedimen (m)

Berdasarkan persamaan di atas dapat diketahui tegangan gesek kritis adalah sebagai berikut :

$$\tau_c = \tau_* \cdot (\gamma_s - \gamma_w) \cdot d_{50}$$

Setelah didapat parameter tegangan gesek maksimum sungai ($\tau_b \max$) dan tegangan gesek kritis (τ_c) dapat diketahui apakah dasar sungai mengalami gerusan atau tidak berdasarkan ketentuan berikut (Rubawi Achmad & Ikhsan, 2017).

- $\tau_b \max > \tau_c$: butiran sedimen bergerak (terjadi gerusan)
 $\tau_b \max = \tau_c$: butiran sedimen mulai bergerak (kondisi kritis)
 $\tau_b \max < \tau_c$: butiran sedimen diam.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data-data sekunder yang sumbernya diambil dari penelitian sebelumnya. Data-data tersebut meliputi data luas daerah tangkapan hujan, hasil pengukuran geometrik sungai dan data hasil pengujian laboratorium berupa hasil pengujian berat jenis sampel sedimen dan hasil pengujian ukuran butiran sedimen.

Pengujian laboratorium dan pengujian kecepatan aliran sungai dilakukan berdasarkan SNI sebagai berikut:

- Analisa Saringan berdasarkan SNI 3423:2008
- Pengujian Berat Jenis (G_s) berdasarkan SNI 1964:2008
- Analisa Hidrometer berdasarkan SNI 3423:2008

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Laboratorium

Hasil pengujian laboratorium adalah sebagai berikut

- Pengujian Berat Jenis

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besaran berat jenis dari sampel yang diambil. Hasil pengujian berat jenis dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Berat Jenis

No	Uraian	Satuan	Sampel		
			1	2	3
1	Berat Picno (W_1)	gram	46,95	43,96	40,07
2	Berat Picno + air (W_2)	gram	147,59	146,32	139,82
3	Berat Picno + air + tanah (W_3)	gram	169,81	173,50	157,00
4	Berat Picno + tanah (W_4)	gram	83,62	88,94	68,35

No	Uraian	Satuan	Sampel		
			1	2	3
5	Berat tanah (W_5) = ($W_4 - W_1$)	gram	36,67	44,98	28,28
6	$W_6 = W_2 + W_5$	gram	184,26	191,30	168,10
7	Isi Tanah (W_7) = ($W_6 - W_3$)	gram/cm ³	14,45	17,80	11,10
8	Berat Jenis (G_s) = W_5/W_7		2,54	2,53	2,55
9	Berat Jenis (G_s) rata-rata		2,54		

b) Pengujian Analisa Saringan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui persebaran butiran dari sampel sedimen yang diambil. Data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Analisa Saringan

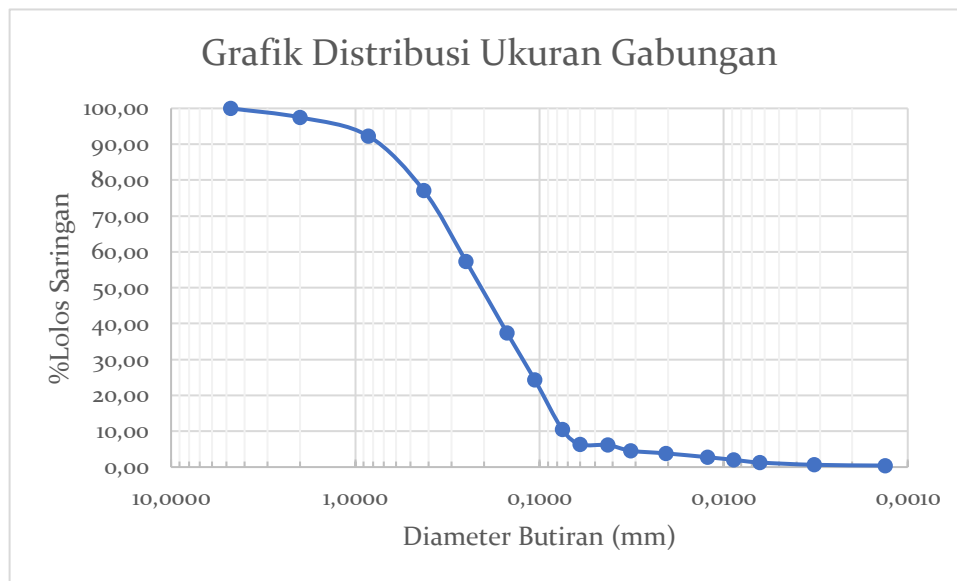
No	No. Saringan	Diameter Saringan (mm)	Berat Tertahan (gram)	% Tertahan	% Tertahan Kumulatif	% Lolos Kumulatif
1	4	4,75	0,58	0,12	0,00	100,00
2	10	2	12,51	2,50	2,50	97,50
3	20	0,85	25,92	5,18	7,69	92,31
4	40	0,425	76,02	15,20	22,89	77,11
5	60	0,25	98,85	19,77	42,66	57,34
6	100	0,15	99,45	19,89	62,55	37,45
7	140	0,106	65,44	13,09	75,64	24,36
8	200	0,075	69,63	13,93	89,57	10,43
	Pan	0	51,58	10,32	99,88	
Jumlah			499,98			

c) Pengujian Hidrometer

Dari hasil analisa saringan dapat dilakukan pengujian hidrometer pada sampel yang telah lolos saringan no 40, hasil pengujian hidrometer dapat dilihat pada tabel berikut.

Waktu (menit)	Suhu	Reading		R' (gr/cm ³)	L (cm)	K	D (mm)	k	R (R ₁ -R ₂)	P (%) (k x R)
		R ₁	R ₂							
0,5	30	31	1	30,0	11,4	0,0126	0,0600	2,0320	30,00	60,96
1	30	30	1	29,0	11,5	0,0126	0,0426	2,0320	29,00	58,93
2	30	22,5	1	21,5	12,9	0,0126	0,0319	2,0320	21,50	43,69
5	30	19	1	18,0	13,3	0,0126	0,0205	2,0320	18,00	36,58
15	30	14	1	13,0	14,2	0,0126	0,0122	2,0320	13,00	26,42
30	30	10,5	1	9,5	14,8	0,0126	0,0088	2,0320	9,50	19,30
60	30	7	1	6,0	15,3	0,0126	0,0063	2,0320	6,00	12,19
240	30	4	1	3,0	15,8	0,0126	0,0032	2,0320	3,00	6,10
1440	30	3	1	2,0	16,0	0,0126	0,0013	2,0320	2,00	4,06

Dari hasil pengujian hidrometer dapat diketahui grafik distribusi ukuran dari sampel yang diambil. Grafik distribusi ukuran dapat dilihat pada gambar berikut.

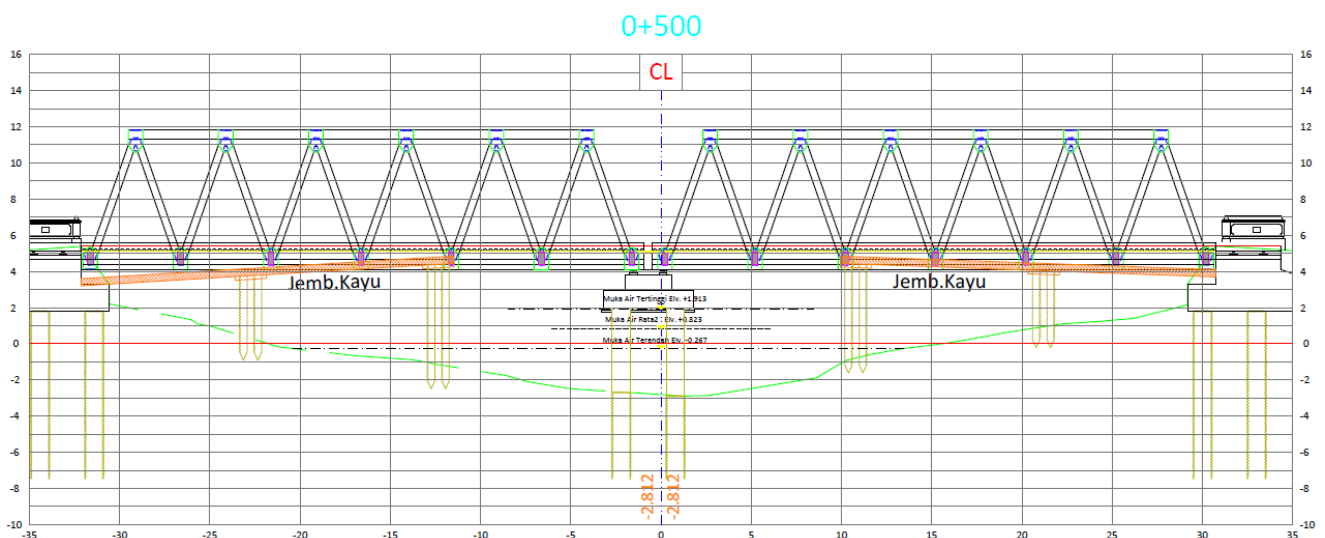


Gambar 3. Grafik Distribusi Ukuran

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa diameter sedimen (d_{50}) adalah sebesar 0,2 mm.

Hasil Pengukuran Geometrik Sungai

Pengukuran geometrik sungai dilakukan di sekitar pilar jembatan Kuala Samboja, gambar potongan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4. Gambar Potongan di daerah sekitar pilar jembatan Kuala Samboja

Pengolahan Data Sekunder

a) Perhitungan Kemiringan Dasar Sungai (*Slope*)

Diketahui:

$$d : 0,2 \text{ mm} = 0,000656 \text{ ft}$$

$$A_d : 161,78 \text{ km}^2 = 62,46 \text{ mil}^2$$

Perhitungan:

$$S = 18 \left(\left(\frac{0,000656}{62,46} \right)^{0,6} \right)$$

$$S = 0,02 \text{ ft/mil}$$

b) Perhitungan Kecepatan Geser pada Butiran

Diketahui:

$$\gamma_s : 14,45 \text{ gram/cm}^3 = 14170,61 \text{ N/m}^3$$

$$d : 0,2 \text{ mm} = 0,0002 \text{ m}$$

Perhitungan:

$$U^* = \left(0,1 \left(\frac{14170,61}{10000} - 1 \right) 9,81 \cdot 0,0002 \right)^{0,5}$$

$$U^* = 0,00905 \text{ m/det}$$

c) Perhitungan Bilangan Reynolds

Diketahui:

$$U^* : 0,00905 \text{ m/det}$$

$$D_s : 0,0002 \text{ m}$$

$$v : 0,000001306 \text{ m}^2/\text{det}$$

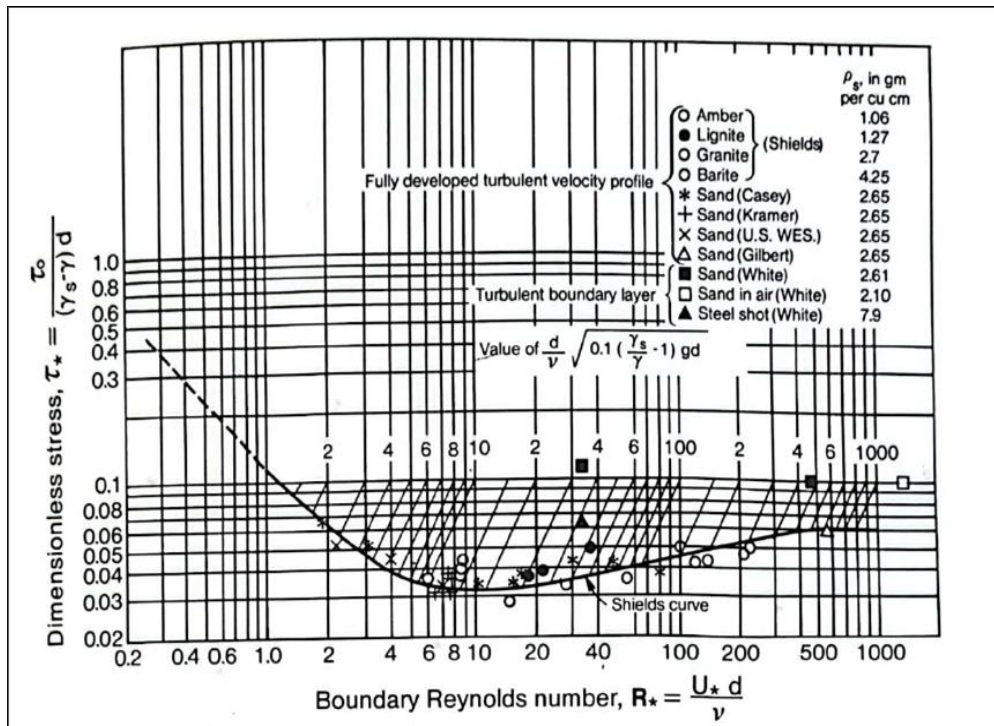
Perhitungan:

$$R = \frac{0,00905 \cdot 0,0002}{0,000001306}$$

$$R = 1,39$$

d) Perhitungan Tegangan Gesek Kritis dan Tegangan Gesek Dasar Sungai

Setelah mendapatkan bilangan Reynolds, tegangan gesek kritis dapat diketahui dari Diagram Shields pada gambar 5.



Gambar 5. Diagram Shields

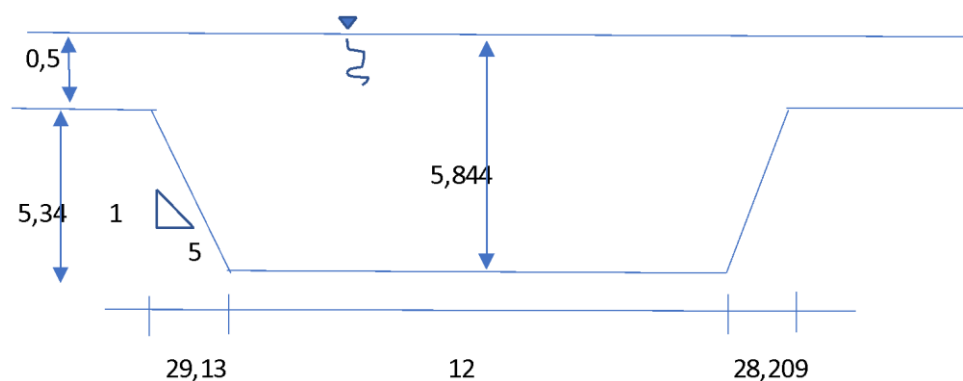
Dari gambar di atas dapat diketahui besaran tegangan gesek kritis (τ^*) yaitu sebesar 0,09 N/m². Setelah diketahui besaran tegangan gesek kritis, perhitungan dilanjutkan dengan menghitung tegangan gesek dasar sungai, perhitungan tegangan gesek dasar sungai adalah sebagai berikut.

$$\tau_c = 0,09 \cdot (14170,61 - 10000) \cdot 0,0002$$

$$\tau_c = 0,0751 \text{ N/m}^2$$

e) Perhitungan Tegangan Gesek Maksimum Dasar Sungai

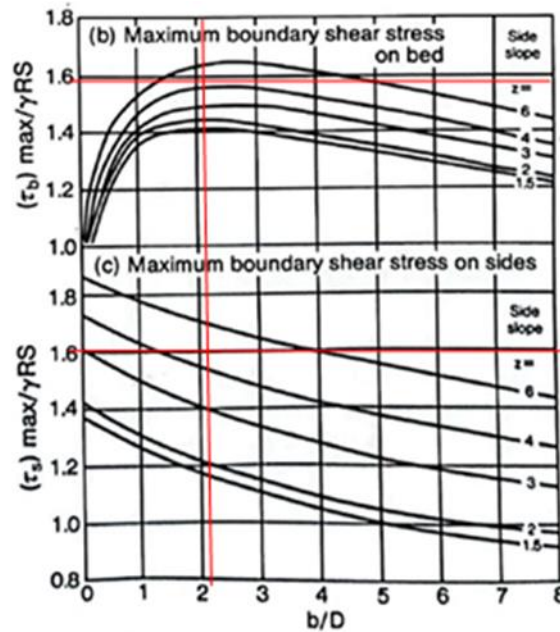
Berdasarkan gambar potongan di daerah sekitar pilar jembatan Kuala Samboja, didapat data-data sebagai berikut ini



b : 12,266 m

D : 5,844 m

b/D : 2,1
 z : 5
 S : 0,02



Gambar 6. Distributions Of Boundary Shear Stress In Trapezoidal Channels

Berdasarkan grafik pada gambar diatas, dapat diketahui nilai-nilai sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 (\tau_b)_{\max} / \gamma RS &= 1,58 \\
 \text{Luas penampang basah, } A &= 239,24 \text{ m}^2 \\
 \text{Keliling basah, } P &= 71,51 \text{ m} \\
 \text{Jari-jari hidrolis, } R &= 3,35 \text{ m} \\
 (\tau_b)_{\max} &= \gamma RS \\
 (\tau_b)_{\max} &= 3,35 \cdot 1,58 \cdot 0,002 \\
 (\tau_b)_{\max} &= 1057,26 \text{ N/m}^2
 \end{aligned}$$

Setelah didapat nilai τ_b max dan τ_c , dapat ditarik kesimpulan berdasarkan ketentuan pada sub bab sebelumnya. Di mana nilai τ_b max sebesar $1057,26 \text{ N/m}^2$ dan nilai τ_c sebesar $0,0751 \text{ N/m}^2$, sehingga τ_b max > τ_c yang mana butiran sedimen bergerak sehingga terjadi gerusan.

KESIMPULAN

Dari penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa telah terjadi gerusan pada dasar sungai di sekitar pilar jembatan Kuala Samboja, hal ini dapat diketahui setelah melakukan perbandingan antara nilai τ_b max sebesar $1057,26 \text{ N/m}^2$ dengan nilai τ_c sebesar $0,0751 \text{ N/m}^2$, di mana berdasarkan ketentuan yang ada di sub bab sebelumnya yaitu ketika nilai τ_b max > τ_c butiran sedimen dianggap bergerak sehingga terjadi gerusan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asrillah, A., Marwan, M., Muksin, U., Ibnu, R., Takao, S., Yoshinori, F., Yuichiro, M., & Chisa, H. (2019). Estimation of vs structure of krueng aceh and its suburb basin of aceh province, indonesia, derived from microtremor measurements. *Geosciences (Switzerland)*, 9(4).
<https://doi.org/10.3390/geosciences9040186>
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1964 Cara Uji Berat Jenis Tanah.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 3423 Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah.
- Daties, Y. C. S. (2012). *Kajian Perubahan Pola Gerusan pada Tikungan Sungai Akibat Penambahan Debit* [Skripsi]. Universitas Hasanuddin.
- Pradana, A. A., Purbaningtyas, D., & Ridwan, M. (2022). Analisis Gerusan Lokal Menggunakan Metode Empiris Pada Pilar Jembatan Kuala Samboja Kabupaten Kutai Kartanegara. *Kurva S: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik Sipil*, 10(2), 86–99.
<https://doi.org/10.31293/TEKNIKD.V10I2.6841>
- Rubawi Achmad, F., & Ikhsan, C. (2017). Analisis Tegangan Geser pada Sudetan Wonosari Sungai Bengawan Solo. *Matriks Teknik Sipil*, 289–296.
- Said, M., Latif, F., & Amalia, A. R. (2019). Studi Pergerakan Sedimen Akibat Fluktuasi Debit Pada Saluran Terbuka (Uji Laboratorium). *Jurnal Teknik Hidro*, 12(1), 34–44.
- Scherler, D., & Schwanghart, W. (2020). Drainage divide networks - Part 1: Identification and ordering in digital elevation models. *Earth Surface Dynamics*, 8(2), 245–259.
<https://doi.org/10.5194/ESURF-8-245-2020>