

Fenomena longsor di belokan tebing sungai dengan tambahan struktur krib tegak lurus

The phenomenon of landslides at river bank bends with the addition of a perpendicular crib structure

Novariansyah¹, Achmad Syarifudin¹

¹Magister Teknik Sipil, Pascasarjana, Universitas Bina Darma, Palembang 30264, Indonesia

Article info: Research Article

Kata kunci:

Longsor tebing, belokan sungai,
Model fisik, struktur krib

Keywords:

Landslides, river bend, physical model,
crib structure

Article history:

Received: xx-xx-xxxx

Accepted: xx-xx-xxxx

*Koresponden email:

achmadsyarifudin@binadarma.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk melihat fenomena yang terjadi di tebing belokan sungai bermeander untuk mendapatkan kedalaman gerusan apabila dipasang krib tegak lurus sungai Musi yang ada di kabupaten Musi Banyuasin.

Metode penelitian ini dilakukan menggunakan pendekatan model fisik yaitu model sungai terskala untuk mendapatkan pola dan kedalaman gerusan pada belokan tebing sungai tersebut.

Penelitian ini menghasilkan suatu kesimpulan antara lain besarnya kedalaman gerusan (d_e) pada belokan tebing sungai Musi di desa Bailangu Kab. MUBA dengan penambahan perkuatan krib sangat dipengaruhi oleh besarnya kapasitas aliran (Q), hal ini ditunjukkan dari nilai determinasi (R^2) pada waktu percobaan selama 10 menit, 15 menit, 20 menit dan 30 menit rata-rata persentasenya sebesar 90,76% atau R sebesar 95,27%.

Kondisi keseimbangan hidrolik (equilibrium) di belokan tebing sungai Musi di desa Bailangu Kab. MUBA terjadi pada waktu percobaan selama 25 menit dengan nilai erosi relatif maksimum (d_e/x) sebesar 0,005 dengan kapasitas aliran maksimum relatif (Q/x) sebesar 0,025.

Abstract

This research was conducted to look at the phenomena that occur on the bends of the meander river to get the scour depth when a crib is installed perpendicular to the Musi river in Musi Banyuasin district.

This research method was carried out using a physical model approach, namely a scaled river model to obtain the pattern and depth of scour at the bends of the river bank.

This study resulted in a conclusion, including the magnitude of the scour depth (d_e) at the Musi river bank bend in Bailangu village, district. MUBA with the addition of crib reinforcement is greatly influenced by the large flow capacity (Q), this is shown from the determination value (R^2) at the trial time of 10 minutes, 15 minutes, 20 minutes and 30 minutes the average percentage is 90.76% or R of 95.27%.

The condition of hydraulic balance (equilibrium) at the turn of the Musi river bank in the village of Bailangu, MUBA district occurred during the experiment for 25 minutes with a maximum relative erosion value (d_e/x) of 0.005 and a relative maximum flow capacity (Q/x) of 0.025.

Kutipan: Diisi oleh Editor

1. Pendahuluan

Kerusakan lahan dan berkurangnya kemampuan DAS meresapkan air merupakan konsekuensi logis dari adanya *deforestation* atau perubahan penggunaan lahan. Pada saat permukaan tanah terbuka, terjadi erosi yang melebihi ambang batas (*tolerable soil loss*) dan selanjutnya masuk ke dalam sungai.[1]

Sebagian besar tebing sungai yang ber meander di sungai Musi sering terjadi longsoran tebingnya terutama di daerah sebelah luar belokan sungai yang berdampingan dengan jalan utama sebagai perlintasan dari kota ke kota lainnya. Salah satu sungai di desa Bailangu kabupaten Musi Banyuasin (MUBA) merupakan salah satu desa yang terletak di kecamatan Sekayu provinsi Sumatera Selatan. Desa Bailangu di kecamatan Sekayu kabupaten MUBA terletak pada koordinat $1,3^{\circ} - 4^{\circ}$ LS, dan $103^{\circ} - 105^{\circ}$ BT dengan kondisi jalan yang melalui desa Bailangu ada yang berada di pinggir sungai Musi. Hal ini akan mengakibatkan sering tebingnya mengalami longsor/terbis pada bagian badan jalan akibat dari gerusan sungai Musi.[2;3]

Terdapat 3 (tiga) titik lokasi longsor di pinggir tebing sungai Musi di desa Bailangu dan perlu perbaikan secara cermat akibat dari beberapa parameter yang terkait dengan longsor tebing pada sungai yang bermeander. Pada saat ini sudah dilakukan perbaikan bangunan struktur di titik longsor tersebut namun peneliti lebih cenderung untuk melakukan penelitian yang terkait dengan pergerakan aliran pada dasar sungai.[4]

Di daerah bermeander, erosi biasanya terjadi di belokan luar, hal ini disebabkan karena adanya energi aliran yang seolah-olah menghantam tebing karena aliran secara alamiah akan mencari jalan lurus sehingga sebagian material tebing sungai akan terbawa. Sedangkan di belokan dalam karena kurangnya energi untuk membawa seluruh aliran air bersama-sama dengan angkutan sedimen yang tersuspensi maka sebagian akan mengendap di daerah tersebut.[4]

Pergeseran alur sungai adalah suatu proses di dalam sungai yang berkaitan dengan erosi pada satu tebing dan dasar sungai di satu sisi disertai dengan pendangkalan di sisi lain. Fluktuasi debit yang terjadi sepanjang tahun menyebabkan perubahan tanah dasar dan tebing sungai, perubahan fluktuasi debit kemungkinan juga akan menyebabkan cepatnya pergerakan alur sungai.[5]

Sungai sendiri merupakan suatu alur yang panjang di atas permukaan bumi tempat mengalirnya air yang berasal dari hujan dan senantiasa tersentuh aliran air serta terbentuk secara alamiah. Sungai atau saluran terbuka merupakan saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Pada saluran terbuka, misalnya sungai (saluran alam), variable aliran sangat tidak teratur terhadap ruang dan waktu. Variabel tersebut adalah tampang lintang saluran, kekasaran, kemiringan dasar, belokan debit aliran dan sebagainya.[6];[7]

Untuk itu, peneliti mencoba melakukan kajian fenomena yang terjadi di belokan tebing sungai Musi yang ada di desa Bailangu Kabupaten MUBA dengan melakukan simulasi model fisik sungai terskala (scale model) sedemikian rupa kemiripan protipe yaitu menyerupai kondisi eksisting yang sebenarnya ke model, yang antara lain bisa juga digunakan untuk normalisasi alur sungai, sudetan, kolam retensi, gabungan yang disertai system pompa dan pembangunan tanggul.[8]

1. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode pendekatan model fisik sungai terskala (scale model) di laboratorium sungai Universitas Bina Darma.[9] seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Model sungai ter skala (river scale model)

1.1. Bahan dan Alat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan empiris yaitu perhitungan dengan rumus terutama analisis debit banjir dan kecepatan aliran di prototipe (lapangan) dan pendekatan simulasi model hidrolika dengan skala model. Selain kedua pendekatan seperti tersebut diatas, dilakukan juga survei lokasi antara lain survei topografi, profil potongan memanjang serta melintang sungai serta membuat model fisik sungai dengan skala dari prototipe ke skala laboratorium.

Bahan yang digunakan serta alat yang akan dipakai di dalam penelitian ini seperti terdapat dalam tabel 1.

Tabel. 1. Bahan dan Alat Penelitian

No.	Nama Alat	Banyaknya	Kegunaan
1	Model sungai dengan skala terpilih	1 set	Alat pendukung utama untuk mendapatkan hasil penelitian
2	Pompa	1 buah	Menggerakkan aliran di model
3	Bahan pasir sesuai dengan data lapangan dan diameter dari analisis saringan	+/- 10 Kg	Dilakukan analisis saringan untuk mendapatkan diameter butiran yang akan dipakai sebagai media bahan dasar sungai
4	Air	Disesuaikan dengan kondisi tampungan	Dipakai sebagai bahan air sungai
5	Pengukuran erosi dan sedimentasi di model	1 unit	Mendapatkan besarnya kedalaman erosi dan tingkat sedimentasi sungai

1.2. Parameter penelitian

Parameter yang terkait dengan penelitian ini dapat dijabarkan dalam suatu rumusan matematis seperti dibawah ini.

$$Q = f(A, b, h, d_s, d_e, t, I, x, v, \rho_w) \quad (1)$$

dengan :

Q = Debit aliran (m^3/det)

A_m = Luas Penampang basah model sungai (m^2)

b_m = lebar model sungai (m)

h_m = Kedalaman model sungai (m)

d_e = Kedalaman erosi (cm)

d_s = Diameter butiran dasar sungai (mm)

t = Waktu (detik)

I = Kemiringan dasar model sungai

v_m = Kecepatan aliran di model sungai (m/det)

ρ_w = Rapat masa air (kg/cm^3)

x_m = Jarak titik tinjauan pada model sungai (m)

Q dan atau V dianggap merupakan variabel terikat (dependent variabel). Variabel A , x , S_o , t , dan d_s merupakan variabel bebas (independent variabel). Sedangkan ρ_w merupakan variabel lainnya.[10]

Selanjutnya akan dilakukan analisis model terskala dari beberapa variabel tersebut diatas dengan metode *Langhaar*. Metode ini dipakai untuk mendapatkan hubungan antar parameter tak berdimensi.

1.3. Metode Langhaar

Pemilihan metode Langhaar dikarenakan variabel pada model sungai tidak terlalu banyak dan kompleks. Fenomena/kejadian hidraulika dapat dijelaskan dengan n parameter P_i dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$ dan jika parameter tersebut disusun oleh m elemen pokok, maka produk bilangan tak berdimensi yang dapat diturunkan sejumlah $(n-m)$. Untuk keperluan teknik hidraulik biasanya ada 3 elemen pokok yaitu : massa (M), panjang (L), dan waktu (T).

$$\pi_j = P_1^{k_1} \cdot P_2^{k_2} \cdot P_3^{k_3} \cdot \dots \cdot P, \text{ dimana}$$

$$\pi_j \text{kn} = \text{produk bilangan tak berdimensi dengan } j = 1, 2, 3$$

Jika P_i mempunyai dimensi M, maka dimensi dapat ditulis sebagai berikut :

$$\pi = (M^{\alpha_1} L^{\beta_1} T^{\tau_1})^{k_1} * (M^{\alpha_2} L^{\beta_2} T^{\tau_2})^{k_2} * \dots * (M^{\alpha_n} L^{\beta_n} T^{\tau_n})^{k_n}$$

$$\pi = [M^{(\alpha_1 k_1 + \alpha_2 k_2 + \dots + \alpha_n k_n)}] * [L^{\beta_1 k_1 + \beta_2 k_2 + \dots + \beta_n k_n}] * [T^{\tau_1 k_1 + \tau_2 k_2 + \dots + \tau_n k_n}]$$

π merupakan bilangan tak berdimensi jika:

$$\alpha_1 k_1 + \alpha_2 k_2 + \dots + \alpha_n k_n = 0$$

$$\beta_1 k_1 + \beta_2 k_2 + \dots + \beta_n k_n = 0$$

$$\tau_1 k_1 + \tau_2 k_2 + \dots + \tau_n k_n = 0$$

koefisien α_i , β_i dan τ_i dapat diketahui dari parameter P_i yang terkait.[10]

1.4. Analisis Dimensi

Data yang dihasilkan dari percobaan yang telah dilakukan, di analisis menggunakan teorema Langhaar yang merupakan salah satu di dalam analisis dimensi. Teorema Langhaar ini dipandang lebih sesuai dengan kondisi saat ini dan bersesuaian dengan penelitian karena parameternya relatif sedikit.[10]

2. Hasil dan Pembahasan

2.1. Kapasitas aliran (Q)

Berdasarkan kondisi eksisting (prototipe) sungai Musi di desa Bailangu dimana tampang sungainya dianggap berbentuk segi empat dengan lebar (b) bervariasi dan kedalaman (h) rata-rata, sehingga debit dapat dihitung berdasarkan luas tampang sungai (A) dengan koefisien manning (n) dan kemiringan rerata (I) dan waktu aliran (t) percobaan (runningtest) selama 10, 15, 20, 25, dan 30 menit dimana hasil simulasi dibuat dalam suatu tabel debit (Q) pada waktu tertentu dengan kedalaman erosi dan sedimentasi pada model belokan sungai pada titik longsor 3 sebagai berikut.

Tabel 2. Analisis kecepatan dan debit aliran

No	t (menit)	b (cm)	h (cm)	I	A (cm ²)	Koefisien n	P (cm)	R (cm)	V (cm/det)	Q (cm ³ /det)	Q (m ³ /det)
1	5	15	20	0.005	300	0.03	55	5.455	23.375	7012.629	0.584
2	10	15	20	0.005	300	0.03	55	5.455	23.375	7012.629	0.584
3	15	15	20	0.005	300	0.03	55	5.455	23.375	7012.629	0.584
4	20	15	20	0.005	300	0.03	55	5.455	23.375	7012.629	0.584
5	25	15	20	0.005	300	0.03	55	5.455	23.375	7012.629	0.584
6	30	15	20	0.005	300	0.03	55	5.455	23.375	7012.629	0.584

2.2. Parameter tak berdimensi

Setelah dilakukan simulasi pada model sungai (running test) dengan berbagai waktu (t) dan kapasitas aliran (Q) dianggap tetap, maka didapat hasil seperti pada tabel berikut.

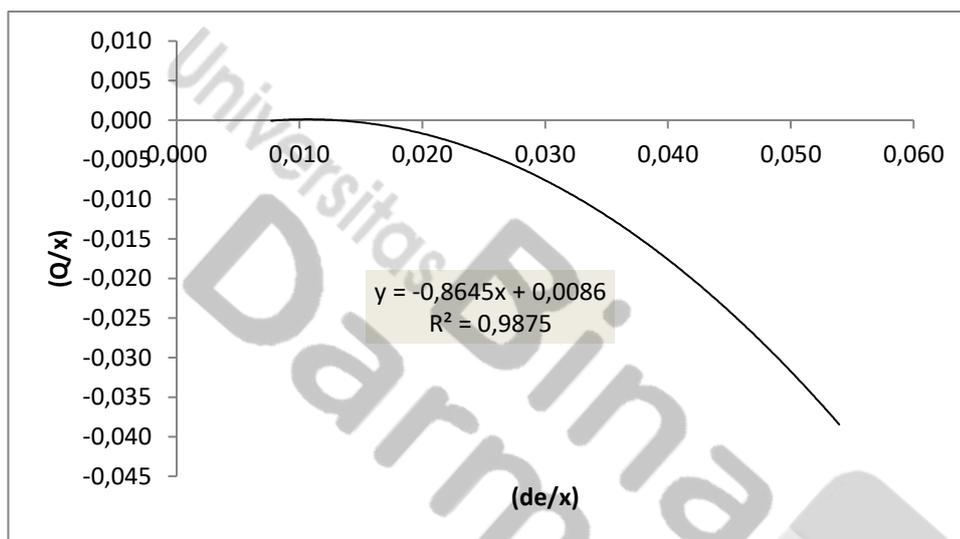
Tabel 3. Analisis parameter tak berdimensi pada model sungai titik longsor 3

x (cm)	t (det)	de (cm)	dd (cm)	Q			
				(cm ³ /det)	(Q/x)	(de/x)	(dd/x)
13	10	-0.5		0.701	0.054	-0.038	0.000
52	10		0.1	0.701	0.013	0.000	0.002
68	10		0.2	0.701	0.010	0.000	0.003
82	10		0.2	0.701	0.009	0.000	0.002
91	10		0.4	0.701	0.008	0.000	0.004
8	15	-0.6		0.468	0.058	-0.075	0.000
20	15	-0.5		0.468	0.023	-0.025	0.000
73	15		0.2	0.468	0.006	0.000	0.003
74	15		0.1	0.468	0.006	0.000	0.001
105	15		0.3	0.468	0.004	0.000	0.003
7	20	-0.2		0.351	0.050	-0.286	0.000
20	20	-1.5		0.351	0.018	-0.075	0.000
47	20	-0.4		0.351	0.007	-0.009	0.000
57	20	-0.5		0.351	0.006	-0.009	0.000
80	20		0.6	0.351	0.004	0.000	0.008
59	20		1	0.351	0.006	0.000	0.017
67	20		0.8	0.351	0.005	0.000	0.012
73	20		0.9	0.351	0.005	0.000	0.012
75	20		0.7	0.351	0.005	0.000	0.009
100	20		0.6	0.351	0.004	0.000	0.006
99	20	-1.8		0.351	0.004	-0.018	0.000
10	25	-0.2		0.281	0.028	-0.020	0.000
11	25	-0.6		0.281	0.026	-0.055	0.000
9	25	-0.5		0.281	0.031	-0.056	0.000
14	25	-0.8		0.281	0.020	-0.057	0.000
36	25		0.5	0.281	0.008	0.000	0.014
39	25		0.3	0.281	0.007	0.000	0.008
42	25		0.5	0.281	0.007	0.000	0.012
47	25		0.4	0.281	0.006	0.000	0.009
79	25		0.5	0.281	0.004	0.000	0.006
3	30	-0.2		0.234	0.078	-0.067	0.000
12	30	-0.5		0.234	0.019	-0.042	0.000
17	30	-0.3		0.234	0.014	-0.018	0.000
33	30	-0.5		0.234	0.007	-0.015	0.000
40	30	-0.3		0.234	0.006	-0.008	0.000
39	30	-0.2		0.234	0.006	-0.005	0.000
61	30	-0.5		0.234	0.004	-0.008	0.000
74	30		0.4	0.234	0.003	0.000	0.005
58	30		0.3	0.234	0.004	0.000	0.005
83	30		0.25	0.234	0.003	0.000	0.003
90	30		0.3	0.234	0.003	0.000	0.003

2.3. Hasil simulasi

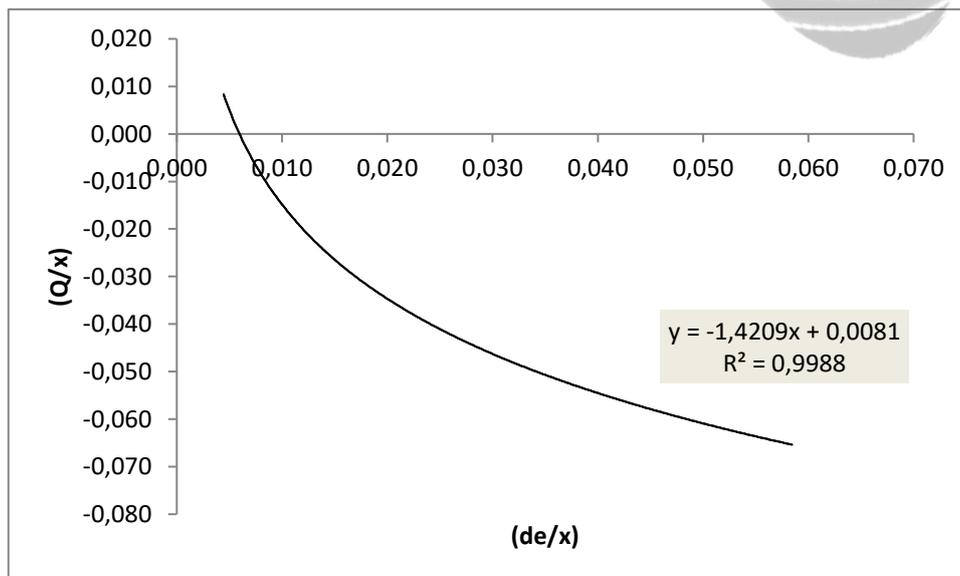
Nilai R-Square dikategorikan kuat jika lebih dari 0,67, moderat jika lebih dari 0,33 tetapi lebih rendah dari 0,67, dan lemah jika lebih dari 0,19 tetapi lebih rendah dari 0,33. (Chin (1998))

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah suatu grafik hubungan antar parameter tak berdimensi selama waktu *running test* antara lain dengan waktu percobaan 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit dan 30 menit seperti pada grafik yang dapat dijelaskan seperti pada gambar grafik hubungan antara variabel tak berdimensi antar parameter pengaruh antara debit banjir (Q) sebagai variabel tetap dengan kedalaman erosi pada jarak tertentu (x) terhadap waktu aliran (t) seperti dapat dijelaskan pada gambar 2. sampai dengan gambar 4. 5. Berikut.



Gambar 2. grafik hubungan antar parameter tak berdimensi (Q/x) vs (de/x) pada waktu aliran selama 10 menit

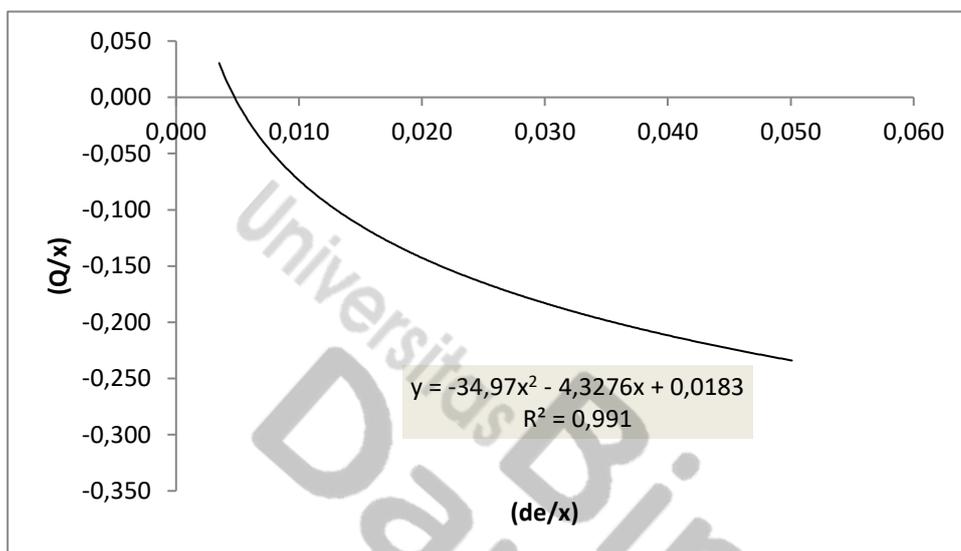
Dari gambar 2. menunjukkan besarnya erosi yang terjadi (de) sangat dipengaruhi oleh kapasitas aliran (Q) dengan lama percobaan selama 10 menit. Hal ini dapat dilihat dari nilai R^2 sebesar 98,7%. Hal ini dapat dikatakan bahwa di prototipe sangat besar kemungkinan terjadi erosi tebing walaupun sudah dilakukan penanggulangan dengan membuat bangunan krib.



Gambar 3. grafik hubungan antar parameter tak berdimensi (Q/x) vs (de/x) pada waktu aliran selama 15 menit

Dari gambar 3. menunjukkan besarnya erosi yang terjadi (de) sangat dipengaruhi oleh kapasitas aliran (Q) dengan lama percobaan selama 15 menit.

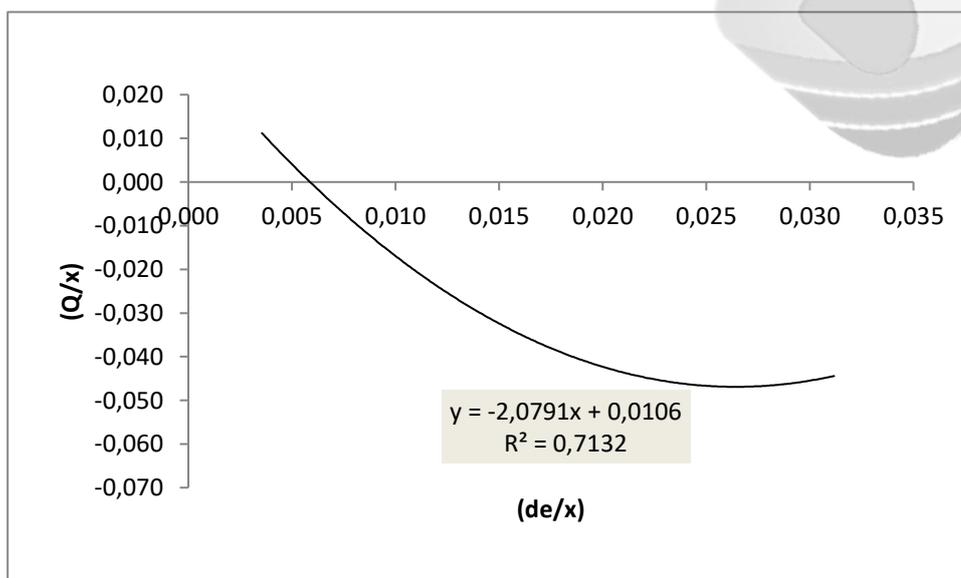
Hal ini dapat dilihat dari nilai R^2 sebesar 99,8%. Hal ini dapat dikatakan bahwa di prototipe diperlukan struktur bangunan krib karena dimungkinkan akan terjadi erosi tebing.



Gambar 4. grafik hubungan antar parameter tak berdimensi (Q/x) vs (de/x) pada waktu aliran selama 20 menit

Dari gambar 4. menunjukkan besarnya erosi yang terjadi (de) sangat dipengaruhi oleh kapasitas aliran (Q) dengan lama percobaan selama 20 menit.

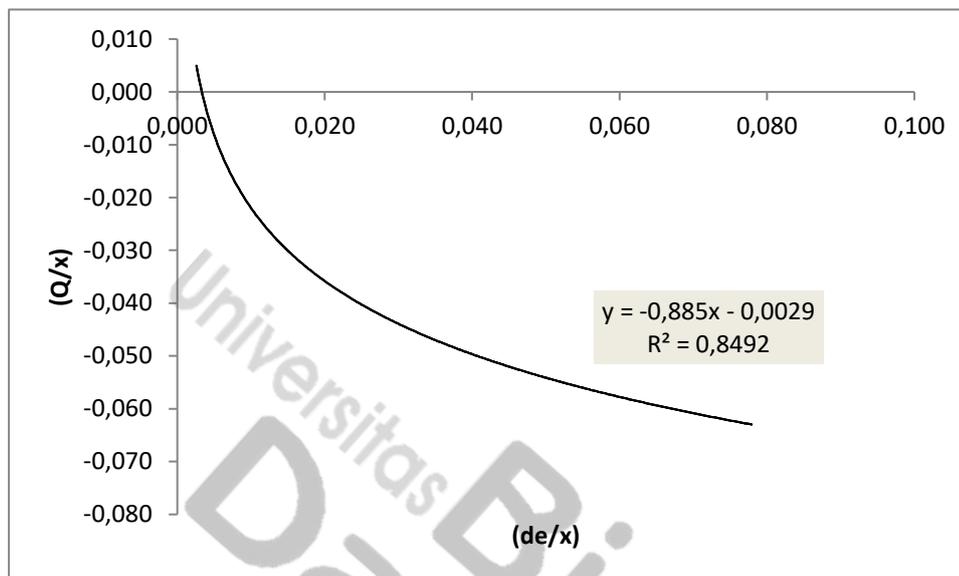
Hal ini dapat dilihat dari nilai R^2 sebesar 99,1%. Artinya hanya 0,9% saja erosi yang terjadi dipengaruhi oleh kapasitas aliran (Q).



Gambar 5. grafik hubungan antar parameter tak berdimensi (Q/x) vs (de/x) pada waktu aliran selama 25 menit

Dari gambar 5. menunjukkan besarnya erosi yang terjadi (de) dipengaruhi oleh kapasitas aliran (Q) dengan lama percobaan selama 25 menit.

Hal ini dapat dilihat dari nilai R^2 hanya 71,3%. Artinya hanya 71,3% saja erosi yang terjadi dipengaruhi oleh kapasitas aliran (Q).



Gambar 6. grafik hubungan antar parameter tak berdimensi (Q/x) vs (de/x) pada waktu aliran selama 30 menit

Dari gambar 6. menunjukkan besarnya erosi yang terjadi (de) signifikan dipengaruhi oleh kapasitas aliran (Q) dengan lama percobaan selama 30 menit.

Hal ini dapat dilihat dari nilai R^2 84,9%. Artinya hanya 84,9% erosi yang terjadi dipengaruhi oleh kapasitas aliran (Q).

3. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka penelitian ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Besarnya kedalaman gerusan (de) pada belokan tebing sungai Musi di desa Bailangu kab. MUBA dengan penambahan perkuatan krib sangat dipengaruhi oleh besarnya kapasitas aliran (Q), hal ini ditunjukkan dari nilai determinasi (R^2) pada waktu percobaan selama 10 menit, 15 menit, 20 menit dan 30 menit rata-rata persentasenya sebesar 90,76% atau R sebesar 95,27%.
2. Kondisi keseimbangan hidrolis (equilibrium) di belokan tebing sungai Musi di desa Bailangu Kab. MUBA terjadi pada waktu percobaan selama 25 menit dengan nilai erosi relatif maksimum (de/x) sebesar 0,005 dengan kapasitas aliran maksimum relatif (Q/x) sebesar 0,025.

Daftar Pustaka

- [1] Heryani, N dan Sutrisno, N, 2012, Perencanaan penggunaan lahan di Daerah Tangkapan Air (DTA) waduk Batutegei untuk mengurangi sedimentasi, Jurnal Sumber daya Lahan, Volume. 6 Nomor. 1
- [2] Melinda et al, 2015, Perencanaan perkuatan tebing sungai Musi desa Bailangu Barat Kab. Musi Banyuasin
- [3] Rismey B, 2022, The effect of flow capacity on the geometry of the meander of river, ICECS Univ. Teknorat Indonesia 13-14 Desember 2022 Bandar Lampung
- [4] Balai Besar Wilayah Sungai Sumatera VIII, 2016, Pembangunan perkuatan tebing sungai Musi desa Bailangu Kabupaten Musi Banyuasin, Dirjen SDA Kemen PUPR
- [5] Kuncoro et.al, 2013, Perkiraan Geometri Sungai Bermeander dari Besaran Debit, volume 11 No. 1, Jurnal Aplikasi, Februari 2013
- [6] Galib Ishak, M dan Herman, R, 2020, Rekayasa Sungai, Untad Press

- [7] Syarifudin. A, 2018, Drainase Perkotaan Berwawasan Lingkungan, Andi Publisher, Yogyakarta, p. 38-42
- [8] Achmad Syarifudin, 2022, Model Aliran 2-D untuk Memprediksi Gerusan dan Sedimentasi di Saluran Jakabaring Sport City (JSC) Palembang, Jurnal Teknik Pengairan, Universitas Brawijaya, Malang
- [9] Sari Rezeki et al, Pengaruh krib terhadap kecepatan aliran pada sungai Kreung Aceh, Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan (JARSP), *Journal of Archive in Civil Engineering and Planning*
- [10] Holdani Kurdi dkk, 2019, Model Hidrolika, Lambung Mangkurat University Press
- [11] Achmad Syarifudin, 2022, *Hidrolika Sungai*, Buku Ajar, UBD Press
- [12] Istiarto, 2012, *Teknik Sungai*, Transpor Sedimen, Universitas Gadjahmada, Yogyakarta
- [13] Istiarto, 2012, *Teknik Sungai*, Universitas Gadjahmada, Yogyakarta
- [14] SNI 3965:2008, Tata cara pembuatan model fisik sungai dengan dasar tetap, Badan Standardisasi Nasional
- [15] Suharjo, 2019, Hidrolika Saluran Terbuka, ITS, Surabaya
- [16] Syarifudin, A, 2022, "Prediction of The Depth Erosion in Rivers with Scale Models", *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*, Vol. 30, Number 2, pp. 123-130.
- [17] Ikhsan, C, 2017, "Pengaruh variasi debit aliran pada dasar saluran terbuka dengan aliran seragam", *Media Teknik Sipil*
- [18] Chandra Sucipta, et al, 2019, "Analysis of river geometry on flow discharge in alluvial channels", *JeLAST*, Vol. 6 No. 3
- [19]
- [20] Chandra Sucipta et.al, 2019, Analisa geometri sungai terhadap debit aliran pada saluran aluvial, *jelast : jurnal pwk, laut, sipil, tambang*, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Kalbar
- [21] Cahyono Ikhsan., 2007, Pengaruh variasi debit air terhadap laju bed load pada saluran terbuka dengan pola aliran steady flow, *Media Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya*
- [22] Holdani, K, et al, 2019, Model Hidraulik, Lambung Mangkurat University Press
- [23] Rasmawati et al, 2019, Analisis perubahan dasar saluran terbuka akibat variasi debit pada tingkat aliran kritis dan super kritis, *Jurnal Teknik Hidro*, Vol. 12 No.1, Februari 2019