

Research Article/ ~~Review Article~~ (pilih salah satu)

PENDEKATAN MODEL TERSKALA LONGSORAN TEBING DI BELOKAN SUNGAI DENGAN PERKUATAN KRIB

Rustam Effendy¹⁾, Achmad Syarifudin^{2*)}¹⁾ Magister Teknik Sipil Universitas Bina Darma, Palembang, Indonesia²⁾ Magister Teknik Sipil Universitas Bina Darma, Palembang, Indonesia

Received:, Accepted:, Published: (diisi oleh Editor)

Abstract

This research was conducted to conduct an analysis of flood control at river bank bends to obtain scour depth in river bends when angled cribs were installed in Musi Banyuasin Regency.

The method approach taken is by using a physical scale model approach, namely a river model with a certain scale in the hydraulics laboratory to get the effect of depth on river bank bends with a crib angle of 30 degrees.

The results of the study can be concluded that The magnitude of the scour depth (d_c) at the Musi river bend in Bailangu village, MUBA district with the addition of crib reinforcement at 30 degrees is greatly influenced by the magnitude of the flow capacity (Q) and the depth of erosion in the model and the determination (R^2) during the experiment for 10 minutes, 15 minutes, 20 minutes and 30 minutes get an average value of 0.904, which means 95% if a crib is installed with a 30 degrees river bend it will have an impact on sediment accumulation naturally so that it can accommodate no erosion of cliffs at river bends and the other is 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 relative maximum erosion value (d_c/x) of 0.005 with a relative maximum flow capacity (Q/x) of 0.025.

Key Words: *flood control, river scale model, angled cribs, erosion depth*

1. PENDAHULUAN

Desa Bailangu merupakan salah satu desa di Salah satu desa di provinsi Sumatera Selatan tepatnya berada di kecamatan Sekayu kabupaten MUBA yang 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.[1-2]

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.[3]

Sebagian besar tebing sungai yang ber meander terdapat sungai di desa Bailangu kabupaten Musi Banyuasin (MUBA) yang merupakan salah satu desa yang terletak di kecamatan Sekayu provinsi Sumatera Selatan sering terjadi longsor tebingnya terutama di daerah sebelah luar belokan sungai yang berdampingan dengan jalan utama sebagai perlintasan dari kota ke kota lainya.[3]

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.[3]

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.[4]

Debit aliran sungai atau kapasitas aliran adalah kecepatan aliran zat cair persatuan waktu. Debit juga didefinisikan sebagai hasil perkalian antara kecepatan dengan luas penampang. Semakin besar kecepatan dan luas penampang maka akan semakin besar pula debit yang dihasilkan. Kecepatan itu sendiri adalah besarnya jarak yang ditempuh persatuan waktu. Fenomena bentuk dasar (*bedforms*) pada sungai sering kita jumpai dalam morfologi sungai. Bentuk dasar ini terjadi disebabkan oleh aliran (*flow induced*) dan pengaruh kekasaran dasar (*roughness*). Akibat dari perubahan volume angkutan sungai dapat menyebabkan bentuk dasar sungai berubah-ubah. Angkutan sedimen dasar (*bed load*) terjadi dipengaruhi oleh kondisi aliran meliputi debit aliran (Q), kemiringan dasar saluran (S), serta variasi komposisi sedimen dasar.[5-6]

Erosi merupakan proses terlepasnya butiran tanah dari induknya disuatu tempat dan terangkutnya material tersebut diikuti dengan pengendapan material yang terangkut ditempat yang lain. Pada dasarnya erosi yang sering terjadi dengan tingkat produksi sedimen paling besar adalah erosi permukaan jika dibandingkan dengan beberapa jenis erosi lainnya yakni erosi alur, erosi parit dan erosi tebing sungai.[7]

Sungai disamping sebagai pengendali banjir dan sumber kehidupan bagi manusia. Akan tetapi sungai juga dapat menjadi pangkal malapetaka, akibat banjir dan keruntuhan tebing serta arah aliran yang berubah. Perilaku sungai melalui debit banjir dan arah aliran sangat dominan membentuk kerusakan. Hasil pengamatan terlihat keruntuhan atau penggerusan sangat dominan terjadi di daerah tikungan. Terutama keruntuhan dinding saluran, sehingga geometrik saluran akan berubah.[8]

Perubahan geometrik saluran dapat juga akan merubah jalur sungai. Disamping itu juga akibat perilaku manusia yang melakukan penggalian atau penambangan pasir serta batu di sungai.[8]

Untuk itu, peneliti mencoba melakukan kajian longsoran tebing di belokan sungai Musi yang ada di desa Bailangu Kabupaten MUBA terutama pada titik longsor ke-3 dengan melakukan simulasi model sungai terskala (*scale model*) dengan penambahan bangunan krib bersudut 30° sedemikian rupa sehingga mode sungai yang ada di laboratorium mempunyai kemiripan dengan yang di 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.[9]

2. 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 pada titik longsor ke-3

a. Bahan dan Alat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan empiris yaitu perhitungan dengan rumus terutama analisis debit banjir dan kecepatan aliran di protipe (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 protipe 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

b. Parameter penelitian

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

$$Q = f(A, b, h, ds, de, t, I, x, v, \rho_w)$$

dengan :

- Q = Debit aliran (m³/det)
- A_m = Luas Penampang basah model sungai (m²)
- 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/cm²)
- 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.[10-11]

Analisis selanjutnya adalah menentukan bilangan tak berdimensi dengan metode *Langhaar*.

c. Metode Langhaar

Berhubung parameter dan variabel dalam penelitian relatif sedikit dan tidak terlalu kompleks, maka cukup pendekatan yang dipilih yaitu dengan metode langhaar dimana fenomena/kejadian hidraulika dapat dijelaskan dengan n parameter Pi dengan i = 1,2, 3,

. . . , 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).

$$\pi_j = P_1^{k_1} \cdot P_2^{k_2} \cdot P_3^{k_3} \dots P_n^{k_n}$$

dimana π_jkn = produk bilangan tak berdimensi dengan j = 1, 2, 3

Jika Pi 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 Pi yang terkait.[11]

d. 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.[11-12]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. 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

b. Bilangan tak berdimensi

Setelah dilakukan simulasi pada model sungai (running test) dengan kapasitas aliran

(Q) dianggap tetap dan variasi waktu (t), maka di dapat hasil seperti pada tabel 3 berikut.

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

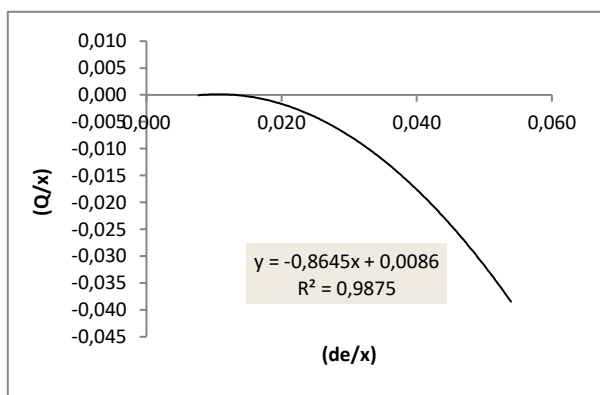
x (cm)	t (det)	de (cm)	dd (cm)	Q (cm ³ /det)	(Q/x)	(de/x)	(dd/x)
13	10	-0.5		0.701	0.054	-0.038	0.000
52	10		0.1	0.701	0.013	0.000	0.002
68	10		0.2	0.701	0.010	0.000	0.003
82	10		0.2	0.701	0.009	0.000	0.002
91	10		0.4	0.701	0.008	0.000	0.004
8	15	-0.6		0.468	0.058	-0.075	0.000
20	15	-0.5		0.468	0.023	-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

c. Hasil simulasi

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 6.

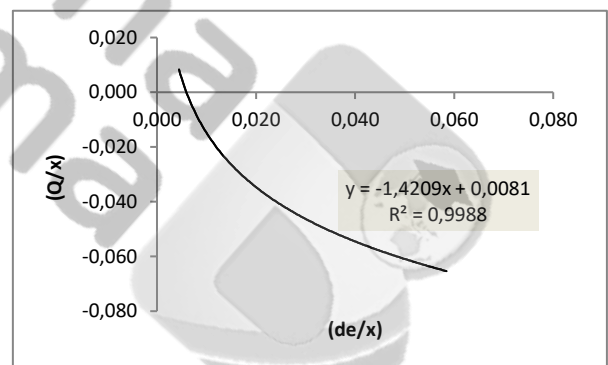
Berdasarkan Nilai R-Square (R^2) hubungan antar parameter atau variabel dikategorikan kuat jika nilai determinan R^2 lebih dari 0,67, dikatagorikan moderat jika nilai R^2 nya lebih dari 0,33 tetapi lebih rendah dari 0,67, dan lemah jika nilai R^2 nya lebih dari 0,19 tetapi lebih rendah dari 0,33. (Chin (1998)



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 (d_e) sangat dipengaruhi oleh

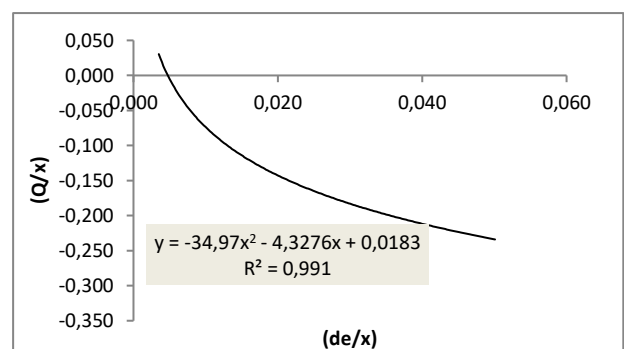
kapasitas aliran (Q) dengan lama percobaan selama 10 menit. Hal ini dapat dilihat dari nilai determinan R^2 sebesar 0,987% atau R sebesar 0,993 atau 99,3% dan dapat dikatakan bahwa di prototipe apabila dibangun struktur krib, akan menghambat terjadinya erosi tebing di belikan sungai tersebut.



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 (d_e) sangat dipengaruhi oleh kapasitas aliran (Q) dengan lama percobaan selama 15 menit.

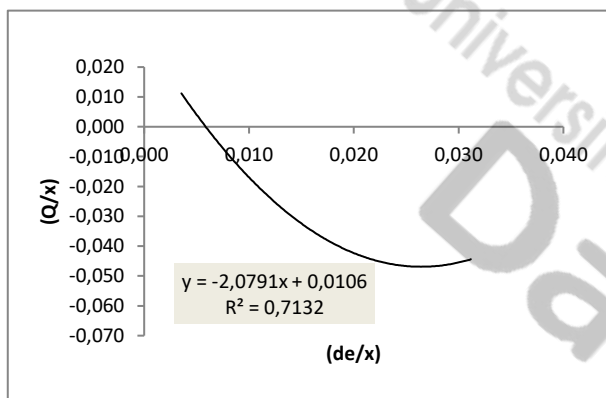
Hal ini dapat dilihat dari nilai R^2 sebesar 0,998 atau R sebesar 0,999 atau 99,9%. Apabila dibangun struktur krib, akan menghambat terjadinya erosi tebing di belikan sungai.



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.

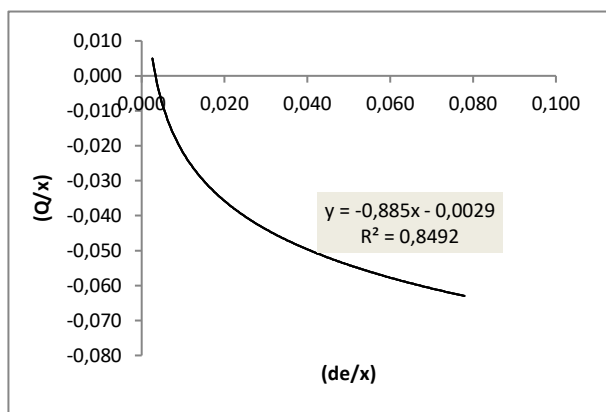
Hal ini dapat dilihat dari nilai R^2 sebesar 0,991 atau R sebesar 0,9954 atau 99,54% dan berarti bangunan krib yang dibangun akan menghambat terjadinya longoran tebing.



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 sebesar 0,713 atau R struktur krib yang dibangun akan menghambat terjadinya longoran tebing di belokan sungai tersebut.



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 sebesar 0,849 Atau R sebesar 0,921 atau 92,10%, artinya erosi yang terjadi dipengaruhi oleh kapasitas aliran (Q).

4. KESIMPULAN

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

1. Besarnya kedalaman gerusan (d_e) pada belokan tebing sungai Musi di desa Bailangu kabupaten Musi Banyuasin (MUBA) tepatnya pada titik longsor 3 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 prosentasenya sebesar 90,76% atau R sebesar 95,27%.
2. Kondisi keseimbangan hidrolis (equilibrium) di belokan tebing sungai Musi pada titik longsor ke-3 di desa Bailangu Kabupaten Musi Banyuasin (MUBA) terjadi pada waktu percobaan (running test) selama 25 menit dengan nilai erosi relatif maksimum (d_e/x) sebesar 0,005 dengan kapasitas aliran maksimum relatif (Q/x) sebesar 0,025.

REFERENSI

Melinda et al, 2015, Perencanaan perkuatan tebing sungai Musi desa Bailangu Barat Kab. Musi Banyuasin
 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
 Balai Besar Wilayah Sungai Sumatera VIII, 2016, Pembangunan perkuatan tebing sungai Musi desa Bailangu Kabupaten Musi Banyuasin, Dirjen SDA Kemen PUPR
 Kuncoro et.al, 2013, Perkiraan Geometri Sungai Bermeander dari Besaran Debit, volume 11 No. 1, Jurnal Aplikasi, Februari 2013
 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
 Cahyono Ikhsan., 2017, Pengaruh variasi debit air terhadap laju bed load pada saluran terbuka dengan pola aliran steady flow, Media Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya
 I Wayan Sutapa, 2010, Analisis potensi erosi pada Daerah Aliran Sungai (DAS) di Daerah Sulawesi Tengah, Jurnal SMARTek, Volume 8 Nomor 3, hal. 169-181
 Sunaryo et al, 2010, Pengaruh pemasangan krib pada saluran di tikungan 120°, Jurnal Rekayasa Sipil

- Bangun Sugito et al, 2017, Model laboratorium pola aliran krib impermeabel terhadap variasi debit dan posisi krib di sungai berbelok, Jom FTEKNIK
- Achmad Syarifudin, 2022, *Hidrolika Sungai*, Buku Ajar, UBD Press
- Holdani Kurdi dkk, 2019, Model Hidrolika, Lambung Mangkurat University Press
- Galib Ishak, M dan Herman, R, 2020, *Rekayasa Sungai*, Untad Press
- Syarifudin. A, 2018, Drainase Perkotaan Berwawasan Lingkungan, Andi Publisher, Yogyakarta, p. 38-42
- 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
- Istiarto, 2012, *Teknik Sungai*, Transpor Sedimen, Universitas Gadjahmada, Yogyakarta
- Istiarto, 2012, *Teknik Sungai*, Universitas Gadjahmada, Yogyakarta
- SNI 3965:2008, Tata cara pembuatan model fisik sungai dengan dasar tetap, Badan Standardisasi Nasional



