

Pengaruh Tekanan Hidrostatik Terhadap Debit Rembesan Sekat Kanal Berkonstruksi Beton pada Lahan Gambut

*Risterianto As Nyagin¹, Haiki Mart Yupi², Dwi Anung Nindito³

^{1,2,3}Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya

*) risteriantoasnyagin@gmail.com

Abstract

Peat soil has a wet and soft texture. Degraded peatlands due to reduced water content will cause drought and have the potential for fires. One way to overcome the drought is by wetting the peat, namely by building canal blocks. This study aims to determine the effect of different hydrostatic pressure height on seepage discharge. The methods used are documentation, observation, and quantitative data analysis. This research is located in the city of Palangka Raya carried out from April 10 – May 7 2022. The data analysis technique used is the analysis of the coefficient of determination on the graph of the effect of the hydrostatic pressure difference on seepage discharge. The initial stage of this research was to collect the data needed to design a concrete-constructed canal blocking prototype. The building is scaled from prototype to distortion model where the scale used is 1:10 on the vertical and 1:25 on the horizontal. In testing the physical model of canal blocking, the test time for observing seepage that occurs in the flume is carried out within 240 minutes where observations are made 30 minutes for each seepage. In the final stage, a model test was carried out with variations in the water level at the upstream being 30 cm and at the downstream the water was empty, without any flow velocity. Based on the results of the model test, it shows that the smaller the hydrostatic pressure difference (ΔTTH) the smaller the seepage discharge value. The results of the largest and smallest seepage discharges in this study were 45 cm³/s at 100% ΔTTH and 11,9 cm³/s at 46% ΔTTH .

Keywords: *seepage, canal blocking, physical model, peat*

Abstrak

Tanah gambut memiliki ciri-ciri bertekstur basah dan lunak. Lahan gambut yang terdegradasi akibat berkurangnya kandungan air akan menyebabkan kekeringan dan berpotensi terjadinya kebakaran. Salah satu cara untuk mengatasi kekeringan tersebut dengan cara pembasahan gambut, yaitu dengan membuat sekat kanal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh beda tinggi tekanan hidrostatik terhadap debit rembesan. Metode yang digunakan yaitu dokumentasi, observasi, dan analisis data kuantitatif. Penelitian ini berlokasi di kota Palangka Raya dilaksanakan dari tanggal 10 april –7 mei 2022. Teknik analisis data yang digunakan yaitu analisis koefisien determinasi pada grafik pengaruh beda tinggi tekanan hidrostatik terhadap debit rembesan. Tahap awal penelitian ini yaitu dengan mengumpulkan data yang diperlukan untuk melakukan desain prototipe sekat kanal berkonstruksi beton. Bangunan diskalakan dari prototipe ke model distorsi dimana skala yang dipakai adalah skala 1:10 pada vertikal dan 1:25 pada horizontal. Dalam uji model fisik sekat kanal, waktu pengujian dalam mengamati rembesan yang terjadi pada flume dilakukan dalam waktu 240 menit dimana pengamatan dilakukan 30 menit setiap rembesannya. Pada tahap akhir dilakukan uji model dengan variasi ketinggian air pada hulu adalah 30 cm dan pada hilir air dalam kondisi kosong, tanpa adanya kecepatan aliran. Berdasarkan hasil uji model tersebut, menunjukkan bahwa semakin kecil nilai beda tinggi tekanan hidrostatik (ΔTTH) maka nilai debit rembesan semakin kecil juga. Hasil debit rembesan terbesar dan terkecil pada penelitian ini yaitu 45 cm³/s pada saat ΔTTH 100% dan 11,9 cm³/s pada saat ΔTTH 46%.

Kata kunci: *rembesan, sekat kanal, model fisik, tanah gambut*

Pendahuluan

Lahan gambut merupakan lahan yang mempunyai lapisan tanah dengan ketebalan 50 cm atau lebih dan kaya akan bahan organik, bahan organik penyusun tanah gambut terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan yang belum terurai sempurna karena kondisi lingkungan memiliki sedikit zat hara dan jenuh air (Susanto *et al.*, 2018). Kondisi kedalaman beberapa sungai terjadi kondisi surut pada musim kemarau, yang menyebabkan tingkat aksesibilitas menjadi berkurang dan hanya setengah jarak sungai yang tidak terkena dampak pendangkalan (Nindito dan Kamiana., 2010). Kondisi tersebut berpengaruh terhadap saluran di lahan gambut tropis, yang mana peran penting dalam perubahan iklim yaitu air yang berlebihan akan mengangkut unsur karbon dalam bentuk TOC (jumlah senyawa organik yang terkandung dalam sampel air), yang terdapat di lahan gambut dengan jumlah yang sangat besar (Yupi *et al.*, 2016). Lahan gambut yang rusak akibat terjadinya kekurangan air di saluran akan menyebabkan kekeringan pada lahan gambut dan berpotensi terjadinya kebakaran (Yuliani, 2018). Namun hal tersebut dapat diantisipasi dengan melakukan program pembasahan gambut yang biasa diterapkan yaitu dengan membuat sekat kanal. Penyekatan kanal memiliki dampak yang baik untuk menjaga dan mempertahankan muka air tanah pada lahan gambut agar selalu basah atau lembab (Khotimah *et al.*, 2020). Untuk memperoleh desain konstruksi bangunan perlu melakukan stabilitas bendung (Margaretha *et al.*, 2020).

Dalam penelitian ini untuk pengujian analisis rembesan yaitu dengan cara melakukan pemodelan model fisik pada konstruksi bangunan sekat kanal. Model fisik merupakan proses menirukan bangunan prototipe yang ingin digunakan ke bentuk model miniatur (Triatmodjo, 1993). Prototipe yaitu bentuk fisik pertama dari objek yang direncanakan dalam satu proses produksi, mewakili bentuk dan dimensi dari objek yang diwakilinya (Fauri, 2018). Skala model fisik hidraulik dilakukan dengan cara menirukan (geometri dan perilaku aliran) dengan kondisi asli lapangan yang dianalisis melalui pemodelan dengan kaidah pengetahuan tentang pemodelan hidraulik seperti kesebangunan model fisik (Maini dan Legono., 2021). Skala model yang dipakai dalam penelitian ini adalah skala model distorsi karena ada perbedaan skala horizontal dan skala vertikal. Model ini dipakai pada dimensi prototipe yang sangat besar seperti sungai dan pantai (Triatmodjo, 1993).

$$n_L = \frac{L_p}{L_m} \quad (1)$$

Skala luas

$$n_A = \frac{A_p}{A_m} = \frac{b_p \cdot h_p}{b_m \cdot h_m} = n_L \cdot n_h \quad (2)$$

Skala volume

$$n_V = \frac{V_p}{V_m} = \frac{L_p \cdot b_p \cdot h_p}{L_m \cdot b_m \cdot h_m} = n_L \cdot n_L \cdot n_h = n_L^2 \cdot n_h \quad (3)$$

Skala kecepatan

$$\left[\frac{v_p}{\sqrt{gh}} \right]_p = \left[\frac{v}{\sqrt{gh}} \right]_m ; \frac{v_p}{v_m} = \frac{h_p^{\frac{1}{2}}}{h_m^{\frac{1}{2}}} ; n_v = n_h^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

Skala Debit

$$n_Q = n_A \cdot n_v = n_L \cdot n_h \cdot n_h^{\frac{1}{2}} = n_L \cdot n_h^{\frac{3}{2}} \quad (6)$$

Keterangan :

A_m	: Luas di model (m ²)
A_p	: Luas di prototipe (m ²)
b_m	: Lebar model (m)
b_p	: Lebar prototipe (m)
L_m	: Panjang di model (m)
L_p	: Panjang di prototipe (m)
n_A	: Skala luas
n_h	: Skala tinggi
n_L	: Skala Panjang
n_Q	: Skala debit
n_t	: Skala waktu
n_v	: Skala kecepatan
n_V	: Skala volume
V_m	: Volume di model (m ³)
V_p	: Volume di prototipe (m ³)

Tekanan hidrostatis mempengaruhi kecepatan rembesan dimana semakin tinggi tekanan hidrostatis pada bendungan maka akan semakin besar jumlah rembesan dan semakin pendek waktu yang dibutuhkan untuk merembes (Nurwanti *et al.*, 2018).

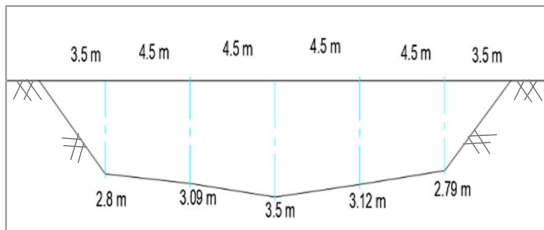
Penelitian Utami *et al.*, (2022) menyatakan bahwa semakin tinggi muka air pada bagian hulu konstruksi sekat kanal maka angka rembesan yang terjadi akan semakin besar. Namun penelitian tersebut pada grafik pengaruh dalam menganalisis rembesan hanya ada dua kondisi debit rembesan yang didapatkan pada bagian hilir setiap variasinya. Sedangkan dalam penelitian ini ada delapan kondisi debit rembesan yang didapatkan dan data tersebut dianalisis pada grafik pengaruh beda tinggi tekanan hidrostatis terhadap debit rembesan yang terjadi. Penelitian ini dilakukan dengan

pengujian pada model fisik konstruksi bangunan sekat kanal yang terbuat dari beton. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh beda tinggi tekanan hidrostatik terhadap debit rembesan yang terjadi.

Metode

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode analisis data kuantitatif yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh beda tinggi tekanan hidrostatik terhadap debit rembesan dimana pengolahan data grafik menggunakan aplikasi *Microsoft Office Excel*. Penelitian ini dilakukan dari tanggal 10 april - 7 mei 2022 dan berlokasi pada ruang terbuka. Lokasi penelitian tersebut berada di Jalan G.Obos 7, Gang VII, Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah.

Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan dua teknik, yaitu dokumentasi dan observasi. Data yang didapatkan dari dokumentasi yaitu kedalaman air dan bentuk penampang saluran. Pengumpulan data dokumentasi yaitu dengan cara meminta catatan atau dokumen pada instansi terkait. Untuk data yang sudah didapatkan yaitu lebar saluran dengan bentang 25 m dengan kedalaman 3,5 m yang berlokasi di Desa Tanjung Taruna (Yupi dan Inoue, 2012).

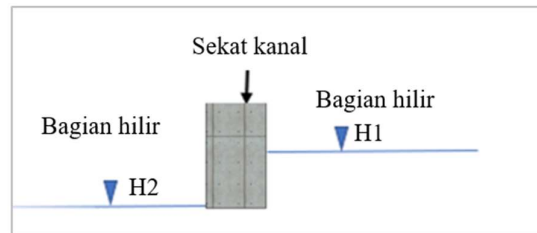


Gambar 1. Bentuk penampang melintang kanal (primer) lahan gambut tropis di Desa Tanjung Taruna
 Sumber : Yupi dan Inoue, 2012

Sedangkan data yang didapatkan dari observasi yaitu beda tinggi tekanan hidrostatik dan tinggi muka air pada bagian hilir konstruksi bangunan sekat kanal yang dikonversi kedalam satuan debit.

Untuk menentukan skala model yang akan digunakan ada beberapa pertimbangan yaitu: tujuan dari penelitian, fasilitas yang tersedia, ketelitian data, waktu dan biaya. Dari hasil ketuntasan tersebut, maka skala yang digunakan pada penelitian ini adalah skala model distorsi. Pada pembuatan model fisik sekat kanal, yaitu dengan cara menirukan bangunan prototipe sebagai model miniatur (triatmodjo, 1993) dengan menggunakan skala distorsi yang sudah ditentukan (penelitian ini menggunakan skala horizontal 1:25 dan vertikal 1:10), karena bentuk penampang asli kanal yaitu dengan bentang 25 m dan ketinggian 3,5 m.

Untuk skema uji model fisik sekat kanal yang terbuat dari beton yang ditunjukkan pada Gambar 2.

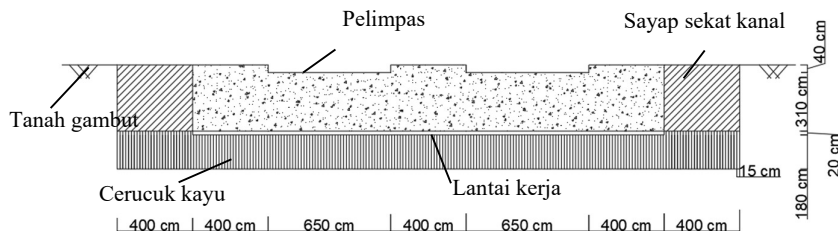


Gambar 2. Skema pengujian

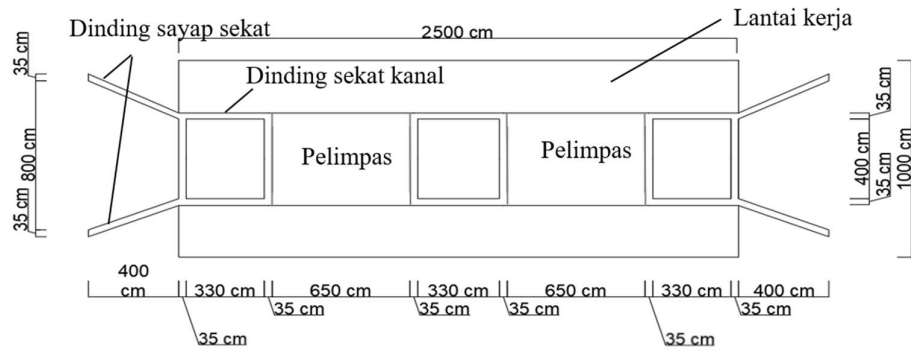
Pada bagian hulu (H1) dengan ketinggian 30 cm dan pada bagian hilir (H2) dengan kondisi air kosong. Cara untuk mengukur data rembesan dilakukan dengan mengukur pada kedalaman air menggunakan rambu ukur pada bagian hilir model bangunan yang mengalir melewati model sekat kanal.

Desain Sekat Kanal

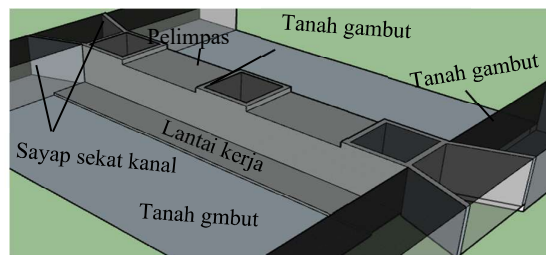
Dalam mendesain sekat kanal tergantung dari kondisi dimensi dan fisik kanal, ketersediaan bahan setempat dan aksesibilitas, dengan melakukan uji berdasarkan parameter stabilitas terhadap geser, guling, dan rembesan. Desain sekat kanal yang dipakai dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.



(a). Tampak samping bangunan sekat kanal (prototipe)



(b). Tampak atas bangunan sekat kanal (prototipe)



(c). 3D bangunan sekat kanal (prototipe)

Gambar 3. Desain prototipe sekat kanal yang terbuat dari beton

Skala Model

Skala model yang digunakan pada penelitian ini adalah skala model tidak sama (model distorsi). Skala yang digunakan adalah 1:10 pada vertikal dan 1:25 pada horizontal. Data yang diperlukan untuk perhitungan antara lain:

- Besaran lebar di prototipe (L_p) = 25 m
- Besaran lebar di model (L_m) = 1 m
- Besaran tinggi di prototipe (h_p) = 3,5 m
- Besaran tinggi di model (h_m) = 0,35 m

Skala panjang

$$\bullet \text{ Skala lebar } (n_L) = \frac{L_p}{L_m} = \frac{25}{1} = 25 \quad (7)$$

$$\bullet \text{ Skala tinggi } (n_h) = \frac{h_p}{h_m} = \frac{3,5}{0,35} = 10 \quad (8)$$

Skala luas

$$n_A = n_L \cdot n_h = 25 \cdot 10 = 250 \quad (9)$$

Skala volume

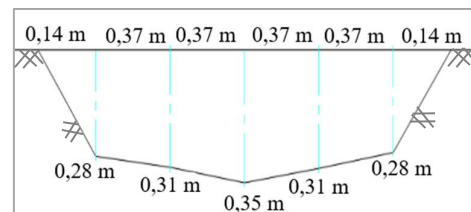
$$n_V = n_L^2 \cdot n_h = 25^2 \cdot 10 = 6250 \quad (10)$$

Skala Debit

$$n_Q = n_L \cdot n_h^{\frac{3}{2}} = 25 \cdot 10^{\frac{3}{2}} = 790,57 \quad (11)$$

Skala model pada penampang saluran

Skala yang akan digunakan untuk mengubah ukuran penampang sungai pada bangunan prototipe ke bentuk ukuran penampang sungai pada model adalah dengan skala horizontal 1: 25 dan vertikal 1 : 10 dengan hasil yang ditunjukkan pada Gambar 4.

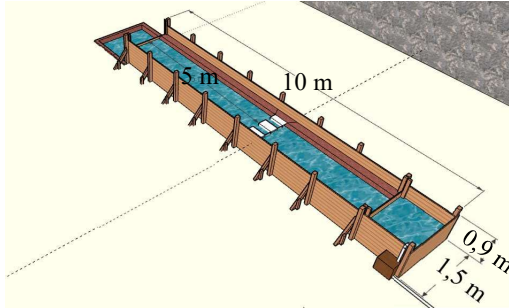


Gambar 4. Bentuk penampang saluran pada model

Model Fisik

1. Model Fisik Saluran *flume*

Model fisik saluran dibuat dengan skala horizontal 1:25 dan skala vertikal 1:10. *Flume* ini berukuran lebar 150 cm, tinggi 90 cm, dan panjang 10 m. Model *flume* ditunjukkan pada Gambar 5.



(a) Model perencanaan saluran *flume*

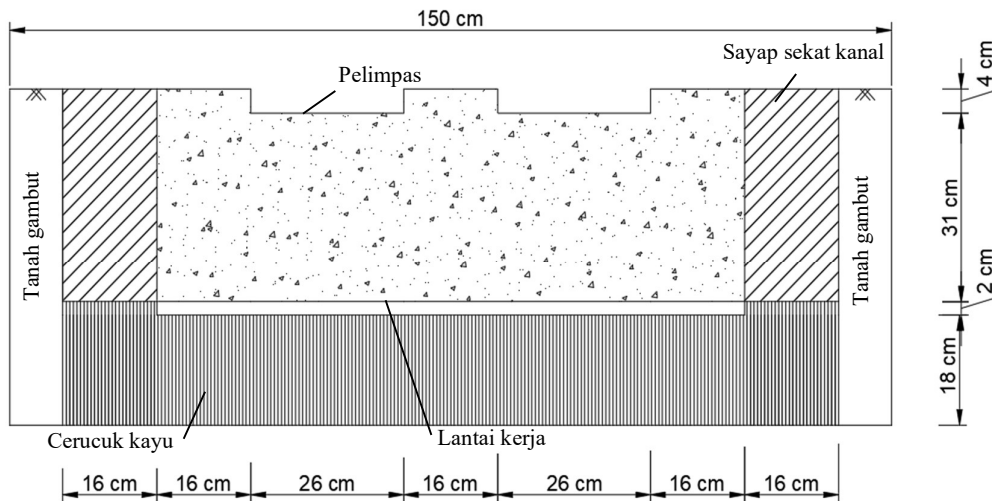


(b) Model fisik saluran *flume*

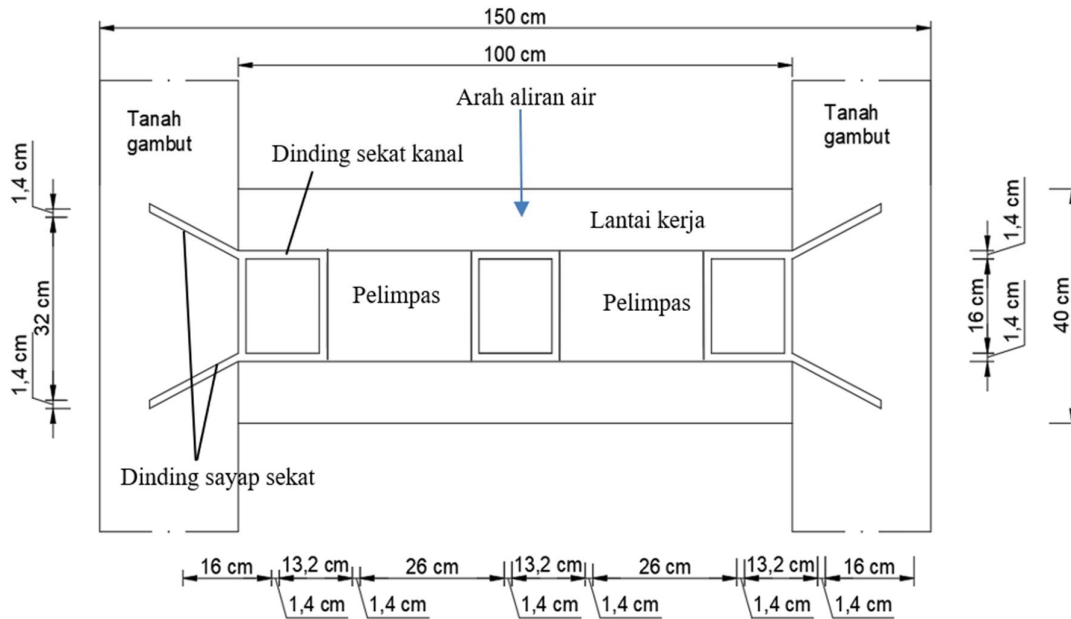
Gambar 5. Bentuk model saluran *flume*

2. Model Fisik Sekat Kanal

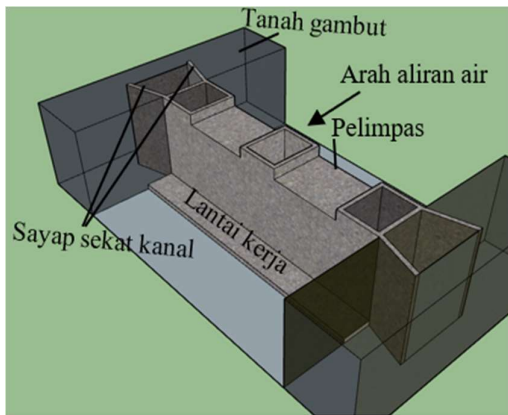
Skala yang digunakan untuk mengubah ukuran bangunan sekat kanal pada prototipe ke bentuk ukuran bangunan sekat kanal pada model adalah dengan skala horizontal 1: 25 dan vertikal 1:10, hasilnya ditunjukkan pada Gambar 6.



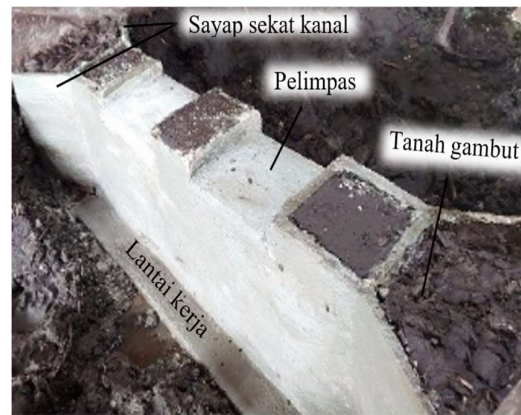
(a) Tampak samping sekat kanal pada model



(b) Tampak atas sekat kanal pada model



(c) 3D model sekat kanal pada model



(d) Model fisik sekat kanal pada model

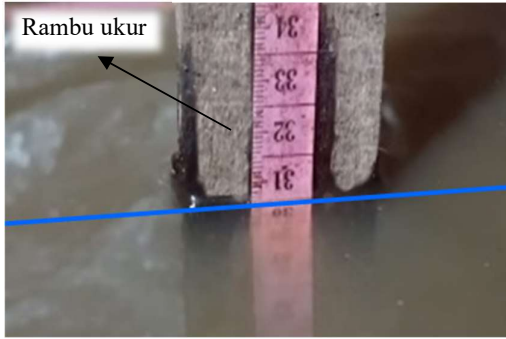
Gambar 6. Desain sekat kanal pada model

Hasil dan pembahasan

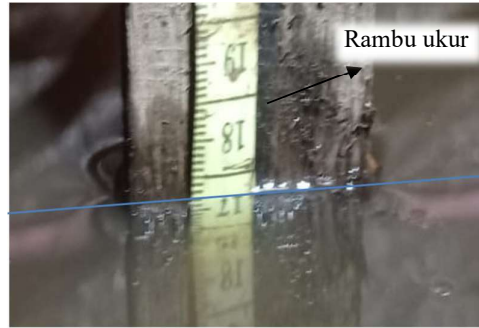
Pada uji model fisik dalam penelitian ini yaitu dengan mengamati rembesan air yang melewati konstruksi bangunan sekat kanal dari hulu ke hilir. Cara untuk mengukur rembesan air yang melewati konstruksi bangunan sekat kanal dilakukan dengan cara mengukur tinggi muka air menggunakan rambu ukur yang berada pada bagian hilir. Pencatatan ketinggian muka air dilakukan per 30 menit saat pengujian, yang dimulai dari 30 menit pertama (t1) sampai 30 menit ke delapan (t8).



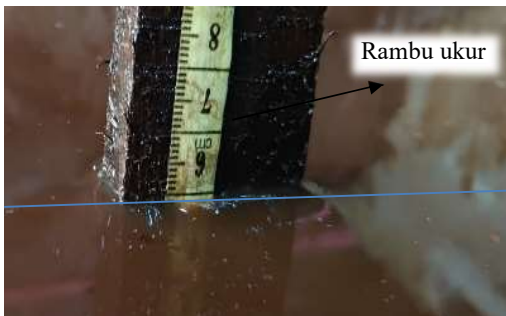
Gambar 7. Saat uji model fisik sekat kanal



Gambar 8. Tinggi muka air bagian hulu



Gambar 10. Tinggi muka air saat t8



Gambar 9. Tinggi muka air saat t1

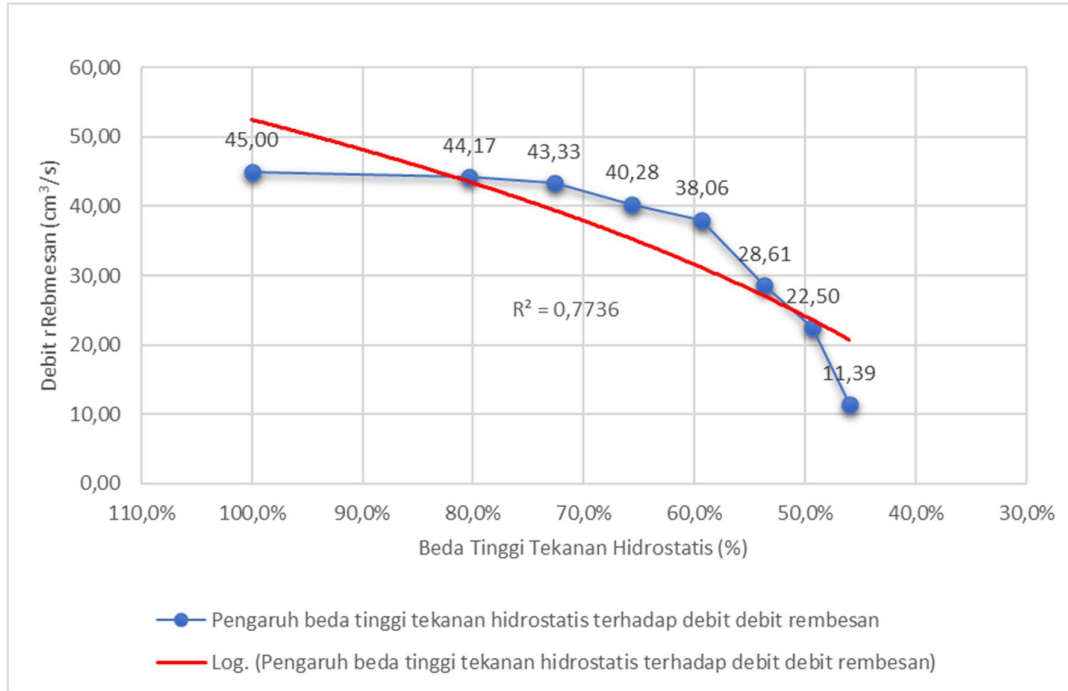
Gambar 7 menunjukkan kondisi tinggi muka air (TMA) di bagian hulu dan bagian hilir sekat kanal pada saat uji model fisik. Gambar 8 menunjukkan bahwa TMA pada bagian hulu konstruksi bangunan sekat kanal adalah 30 cm. TMA yang didapatkan dari hasil pengamatan pada saat t1 adalah 5,9 cm yang ditunjukkan pada Gambar 9 dan TMA yang didapatkan pada saat t8 adalah 16,7 cm yang ditunjukkan pada Gambar 10.

Tabel 1. Data Stabilitas Rembesan Uji Model Fisik Sekat Kanal

No.	Kondisi		TMA Hilir (H2) (cm)	Beda Tinggi Muka Air (Δ TMA) (cm)	Beda Tinggi Tekanan Hidrostatik (Δ TTH) (%)	Debit Rembesan Model (QR) (cm ³ /detik)
	TMA Hulu (H1) (cm)	Waktu (t) (menit)				
1	30	0,5	5,9	30	100,0%	45,00
2	30	1	8,2	24,1	80,3%	44,17
3	30	1,5	10,3	21,8	72,7%	43,33
4	30	2	12,2	19,7	65,7%	40,28
5	30	2,5	13,9	17,8	59,3%	38,06
6	30	3	15,2	16,1	53,7%	28,61
7	30	3,5	16,2	14,8	49,3%	22,50
8	30	4	16,7	13,8	46,0%	11,39

Tabel 1 menunjukkan bahwa data yang diperlukan untuk melihat rembesan yang terjadi pada saat pengujian model fisik konstruksi sekat kanal adalah waktu (t) dan tinggi muka air bagian hulu (H1) yang menghasilkan data rembesan dalam bentuk tinggi muka air bagian hilir (H2) yang dikonversi ke bentuk Debit rembesan (QR). Dari H1 dan H2 didapatkan

beda tinggi muka air (Δ TMA) antara hulu dan hilir yang dikonversi ke bentuk beda tinggi tekanan hidrostatik (Δ TTH). Dari data yang didapatkan menunjukkan bahwa apabila beda tinggi tekanan hidrostatik semakin kecil maka nilai debit rembesan yang terjadi akan semakin kecil juga.



Gambar 11. Pengaruh antara beda tinggi tekanan hidrostatik (%) terhadap debit rebmesan (cm³/s)

Hasil yang diperoleh pada uji model fisik sekat kanal yang telah dilakukan, terdapat pengaruh antara beda tinggi tekanan hidrostatik terhadap debit rebmesan yang ditunjukkan dalam bentuk grafik pada Gambar 11. Debit rebmesan terbesar yang didapatkan yaitu 45 cm³/s dengan persentase beda tinggi tekanan hidrostatik sebesar 100%. Pada saat beda tinggi tekanan hidrostatik menjadi 46%, didapatkan nilai debit rebmesan yaitu sebesar 11,39 cm³/s. Semakin kecil beda tinggi tekanan hidrostatik maka semakin kecil pula angka debit rebmesan yang terjadi pada bagian hilir sekat kanal, hal ini menunjukkan bahwa pengaruh beda tinggi tekanan hidrostatik terhadap debit rebmesan cukup signifikan yang ditunjukkan dengan nilai koefisien determinasi (R^2) 0,7736. Grafik pada Gambar 11 menunjukkan hasil yang selaras dengan studi yang dilakukan oleh Utami *et al.*, (2022), hal ini dibuktikan dengan hasil apabila nilai tinggi tekanan hidrostatik atau beda tinggi antara hulu hilir semakin besar, maka nilai debit rebmesan akan semakin besar juga.

Kesimpulan

Debit rebmesan terbesar yang didapatkan pada uji model fisik konstruksi sekat kanal dengan persentase beda tinggi tekanan hidrostatik 100% yaitu sebesar 45 cm³/s. Pada saat beda tinggi tekanan hidrostatik menjadi 46%, didapatkan debit terkecil yaitu sebesar 11,39 cm³/s. Semakin kecil tinggi tekanan hidrostatik maka semakin kecil pula nilai debit rebmesan yang

terjadi, dengan nilai R^2 sebesar 77,4 %. Dalam penelitian untuk pengujian uji model fisiknya hanya ada satu variasi, maka untuk penelitian berikutnya disarankan adanya penelitian lebih lanjut dengan mengambil jenis sekat kanal dari bahan lainnya, dengan melakukan variasi skema uji *running* yang lebih bervariasi.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Laboratorium Hidrologi dan Hidrolika, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Palangka Raya yang telah menyediakan alat laboratorium untuk pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Fauri, M. (2018). Prototipe Dalam Arsitektur, *Skripsi Strata-1*, Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia.
- Khotimah, G., K., Sutikno, S., Yusa, M., & Wijatmiko, I. (2020). Analisis Pengaruh Penyekatan Kanal untuk Pembasahan Lahan Gambut Tropis. *Rekayasa Sipil*, 14(2), 129-135.
- Maini, M., & Legono, D. (2021). Sensitivitas Hasil Uji Model Fisik Terhadap Perbedaan Penggunaan Angka Kekasaran n-Manning. *Jurnal Fropil*, 9(1), 1-9.

Margaretha, N.Y., Kamiana, I.M., & Nindito, D.A. (2021). Studi Analisis Dimensi dan Stabilitas Tubuh Bendungan Urugan Beringin Sila. *Jurnal Teknika*, 4(1), 81-89.

Nindito, D. A., & Kamiana, I. M. (2010). Perencanaan Model PLTA Skala Kecil Berbasis Teknologi Lokal di Daerah Pemukiman Tepi Sungai. *Jurnal Proteksi*, 11(2), 1-152.

Nurnawaty, N., Suhardiman, S., & Ihwan, I. (2018). Analisis Rembesan Pada Bendungan Tipe Urugan (Uji Simulasi Lab). *Jurnal Teknik Hidro*, 11(1), 12-22.

Susanto, D., Giska, M., & Merlianasari, P. (2018). *Buku Panduan Karakteristik Gambut*. Jakarta: Social Human Science (SHS) Unit United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) UNESCO Office Jakarta.

Triatmodjo, B., (1993). *Hidrolika II*. Yogyakarta: Beta Offset.

Utami, A.M.H., Yupi, H.M., & Nindito., D.A. (2022). Uji Eksperimental Pengaruh Kecepatan Aliran dan Tinggi Muka Air Terhadap Stabilitas pada Model Fisik Sekat Kanal yang Terbuat dari Material Beton. *Buletin Profesi insinyur*, 5(2), 89-94.

Yuliani, F. (2018). Pelaksanaan *Cannal Blocking* Sebagai Upaya Restorasi Gambut di Kabupaten Meranti Provinsi Riau. *Spirit Publik*, 12(1), 37– 44.

Yupi, H. M., Inoue, T., Bathgate, J., & Putra, R. (2016). Concentrations, Loads and Yields of Organic Carbon From Two Tropical Peat Swamp Forest Streams in Riau Province, Sumatra, Indonesia. *Mires and peat*, 18(14), 1-15.