

Analisa Angka Koefisien Kekasaran Manning Pada Saluran Terbuka Akibat Vegetasi

Saiful Arfaah¹, Ruslan Hidayat², Iwan Cahyono³

Teknik Sipil, Universitas Darul Ulum^{1,2,3},

saiful.arfaah@gmail.com¹, ruslanh@gmail.com², cahyoniwan15@gmail.com³

Article Info

Article history:

Received March 9th, 2024

Revised April 4th, 2024

Accepted April 25th, 2024

Keyword:

Open Channel

Longitudinal Slope

Geometric Elements

Flow Velocity

Drag Coefficient

ABSTRACT

One of the conductors of water flow is an open channel, which we often encounter for irrigation and drainage purposes. Flow velocity (V) in an open channel depends on several parameters, namely longitudinal slope, cross-sectional geometric elements and obstacles that occur along the channel. Longitudinal slopes and geometric elements can be directly measured in the field or planned. The resistance value varies greatly depending on several factors, for example the material used for the body of the channel and other obstacles such as the presence of vegetation along the channel (vegetation). The resistance value in the channel is expressed by a resistance coefficient number such as the Chezy, Strickler and Manning resistance coefficient. This research aims to determine the resistance coefficient value in open channels, which is influenced by vegetation. The channel roughness coefficient used is the Manning roughness coefficient (n). Observations were carried out on a prototype open channel made from river stone masonry with dimensions of base width = 0.3 m, height = 0.5 m and channel slope = 1 : 1 with vegetation variations of 0%, 25%, 50%, 75%, and 100% of the channel length. Flow velocity was measured using a Currentmeter with 5 measurements for each variation in vegetation percentage. From the results of the analysis and changes, it was found that there was a slowdown in the flow velocity along with an increase in the percentage of vegetation relative to the length of the channel. For normal channels/without vegetation, the value " n " = 0.025 is obtained which corresponds to Manning's " n " value for stone masonry channels. Meanwhile, for the percentage of growth of 25%, 50%, 75% and 100%, there is an increase in the " n " value respectively as follows; 0.031, 0.043, 0.058, and 0.062

Copyright © 2024 Nucleus Journal

All rights reserved.

DOI: <https://doi.org/10.32492/nucleus.v3i1.3106>

Corresponding Author:

Abstraks - Salah satu penghantar aliran air adalah saluran terbuka, yang sering kita jumpai untuk keperluan irigasi dan drainase. Kecepatan aliran (V) pada saluran terbuka tergantung kepada beberapa parameter yaitu kemiringan longitudinal, elemen geometri penampang melintang dan hambatan yang terjadi di sepanjang saluran. Kemiringan longitudinal dan elemen geometri dapat secara langsung diukur di lapangan atau direncanakan. Nilai hambatan sangat bervariasi tergantung kepada beberapa faktor misal bahan yang digunakan untuk tubuh saluran dan hambatan lain seperti

adanya tetumbuhan di sepanjang saluran (vegetasi). Nilai hambatan pada saluran dinyatakan oleh angka koefisien hambatan semisal koefisien hambatan Chezy, Strickler dan Manning. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai koefisien hambatan pada saluran terbuka, yang dipengaruhi oleh vegetasi. Koefisien kekasaran saluran yang digunakan adalah nilai koefisien kekasaran Manning (n). Pengamatan dilakukan pada prototipe saluran terbuka yang terbuat dari pasangan batu kali dengan dimensi lebar dasar = 0,3 m, tinggi = 0,5 m dan kemiringan talut = 1 : 1 dengan variasi vegetasi 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% dari panjang saluran. Kecepatan aliran diukur menggunakan alat *Currentmeter* dengan 5 kali pengukuran untuk setiap variasi prosentase vegetasi. Dari hasil analisa dan pembahasan diperoleh bahwa Terjadi perlambatan terhadap kecepatan aliran seiring dengan kenaikan prosentase tetumbuhan terhadap panjang saluran. Untuk saluran normal/tanpa adanya tetumbuhan diperoleh nilai " n " = 0,025 yang sesuai dengan nilai " n " Manning untuk saluran dari pasangan batu. Sedangkan untuk prosentase tetumbuhan sebesar 25%, 50%, 75%, dan 100% terjadi kenaikan nilai " n " berturut-turut sebagai berikut; 0,031, 0,043, 0,058, dan 0,062

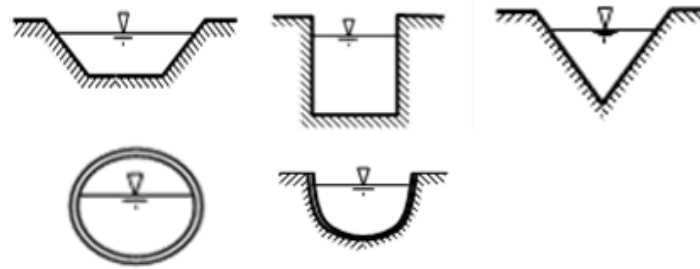
I. PENDAHULUAN

Kecepatan aliran air yang mengalir melalui saluran primer, sekunder dipengaruhi oleh kekasaran, kemiringan dan ukuran saluran yang dibuat. Pengaruh kekasaran saluran ini dinyatakan dalam satuan nilai yang disebut koefisien kekasaran atau konstanta kekasaran. Koefisien kekasaran atau konstanta kekasaran bergantung kepada faktor-faktor, ketidakrataan permukaan saluran, trase, vegetasi (tetumbuhan) dan sedimen[1][2]. Pada penelitian ini kajian difokuskan kepada tetumbuhan sebagai salah satu penyebab bervariasinya besar koefisien kekasaran. Hal ini dikarenakan jenis tetumbuhan akan berbeda untuk setiap ruas saluran dimana saluran itu berada. Nilai koefisien kekasaran berbanding terbalik terhadap kecepatan aliran, semakin besar koefisien kekasaran pada suatu saluran akan menghasilkan kecepatan yang semakin kecil. Salah satu rumus yang sering digunakan dalam mencari kecepatan rata-rata dari suatu aliran adalah rumus Manning. Rumus Manning digunakan untuk memperkirakan kecepatan rata-rata air yang mengalir di saluran terbuka di lokasi yang tidak praktis untuk membangun bendungan atau saluran untuk mengukur aliran dengan akurasi yang lebih baik. Persamaan Manning juga biasa digunakan sebagai bagian dari metode langkah numerik, seperti metode langkah standar, untuk menggambarkan profil permukaan bebas air yang mengalir dalam saluran terbuka[3]

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Saluran Terbuka

Saluran terbuka adalah saluran yang mengalirkan air dengan suatu permukaan bebas yang dipengaruhi oleh tekanan udara. Menurut asalnya, saluran dapat digolongkan menjadi saluran alam (*natural*) dan saluran buatan (*artificial*). Saluran alam yaitu saluran yang terbentuk secara alami, sedangkan saluran buatan adalah saluran yang dibuat dan direncanakan sesuai dengan konteks pemanfaatannya seperti saluran irigasi, saluran drainase, dan saluran pembawa pada pembangkit listrik tenaga air. Kondisi aliran dalam saluran terbuka yang rumit berdasarkan kenyataan bahwa kedudukan permukaan bebas cenderung berubah sesuai dengan waktu dan ruang, dan juga bahwa kedalaman aliran, debit, kemiringan dasar saluran dan permukaan bebas adalah tergantung satu sama lain. Pada saluran terbuka jenis penampangnya dapat beragam dari bentuk bundar sampai bentuk yang tidak teratur.

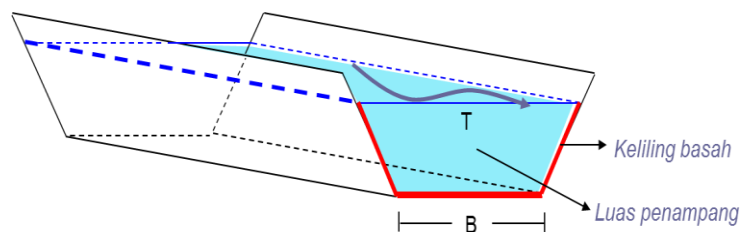


Gambar 1 Bentuk-bentuk Saluran Terbuka

B. Geometrik Saluran

Faktor geometrik saluran merupakan variabel untuk menentukan besar kecepatan aliran pada saluran tertentu[4][5]. Elemen geometrik saluran merupakan penampang yang diambil tegak lurus arah aliran (*channel cross section*) yang terdiri dari:

- Luas penampang (*area*)
- Lebar Permukaan (*top width*)
- Keliling Basah (*Wetted Parimeter*) dan
- Jari-jari Hidraulik (*Hydraulic Radius*).



Gambar 2 Elemen Geometrik Saluran

C. Persamaan Manning

Rumus Manning atau persamaan Manning merupakan rumus empiris yang memperkirakan kecepatan rata-rata suatu zat cair yang mengalir dalam saluran yang tidak menutup seluruh zat cair, yaitu aliran saluran terbuka. Namun, persamaan ini juga digunakan untuk menghitung variabel aliran jika aliran berada pada saluran penuh sebagian, karena aliran tersebut juga mempunyai permukaan bebas seperti aliran saluran terbuka[6][7]. Semua aliran dalam saluran terbuka disebut didorong oleh gravitasi[8][9].

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$$

dimana:

V = Kecepatan aliran (m/dt)

n = Koefisien kekasaran Manning

R = Jari-jari hidrolis

I = Kemiringan garis energi

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

dimana:

A = Luas penampang (m²)

P = Keliling basah (m)

D. Koefisien kekasaran Manning (n)

Koefisien Manning fungsi dari bahan dinding saluran. Harga koefisien Manning adalah sebagai berikut:

TABEL I HARGA KOEFISIEN MANNING (N)

No	Bahan	Koefisien Manning (n)
1	Besi tuang dilapis	0.014
2	Kaca	0.010
3	Saluran beton	0.013
4	Bata dilapis Mortar	0.015
5	Pasangan batu disemen	0.025
6	Saluran tanah bersih	0.022

[10]

III. METODE

Sebagai langkah awal dari proses penelitian ini adalah mempersiapkan model saluran yang berfungsi sebagai prototype saluran berupa saluran pendek (tilting flume) untuk digunakan sebagai model saluran. Langkah selanjutnya ialah menyiapkan material yang akan digunakan sebagai saluran terbuka.

A. *Prototype* saluran terbuka

Saluran ini berbentuk trapezoid yang berdimensi panjang 15 m, lebar dasar 30 cm dengan slope sisi saluran 1 : 1, dan tinggi 50 cm sebagai *prototype* saluran, dengan gambaran bahwa *prototype* ini dilengkapi dengan bak penampungan air, bak pengaliran air, serta pompa dengan katup pengatur debit (*valve*) yang digunakan untuk menentukan kecepatan aliran dalam berbagai kondisi.

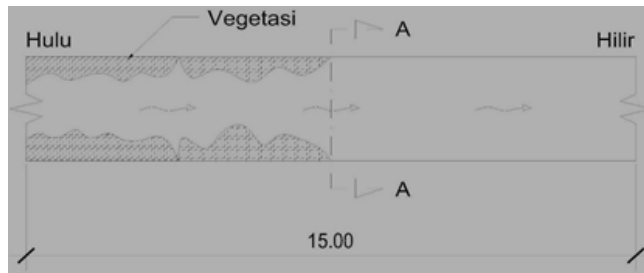


Gambar 3 *Prototype* Saluran Terbuka

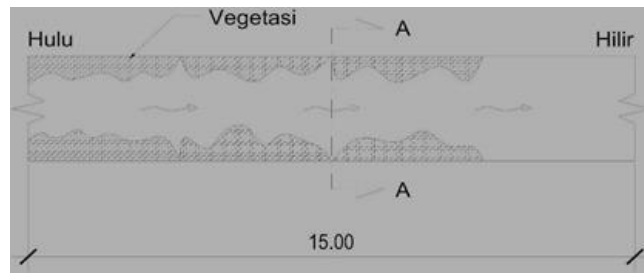
B. Komposisi Tetumbuhan Pada Saluran



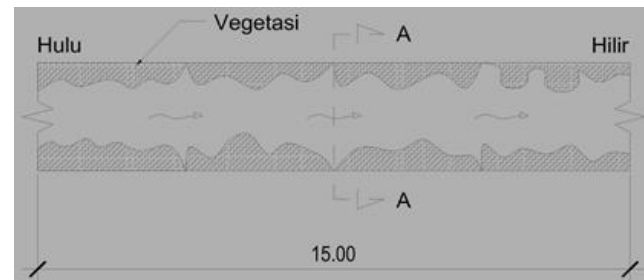
Gambar 4 Komposisi Tetumbuhan 25%



Gambar 5 Komposisi Tetumbuhan 50%



Gambar 6 Komposisi Tetumbuhan 75%



Gambar 6 Komposisi Tetumbuhan 100%

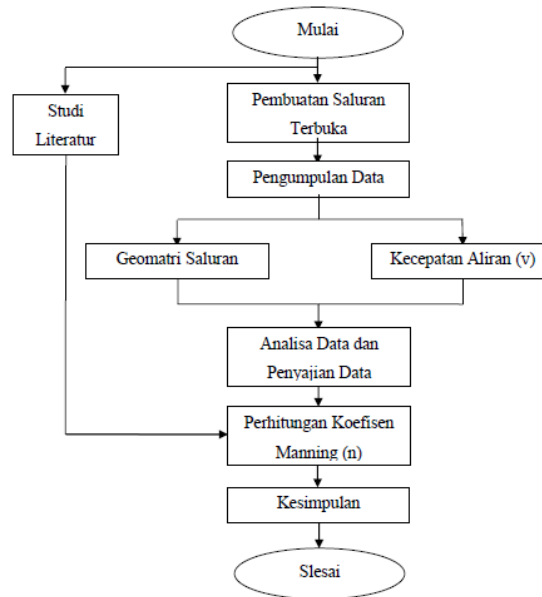
C. Pengukuran Kecepatan Aliran

Pengukuran kecepatan aliran digunakan alat *currentmeter* beserta kelengkapannya. Pengukuran dilakukan sebanyak 5 kali untuk masing-masing variasi prosentase tetumbuhan.



Gambar 7 *Currentmeter*

D. Alur Penelitian



Gambar 8 Flowchart Penyelesaian Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengukuran Kecepatan Aliran

Hasil pengukuran kecepatan aliran menggunakan *currentmeter* dengan variasi tetumbuhan seluas 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% dari panjang saluran seperti pada tabel 2.

TABEL III HASIL PENGUKURAN KECEPATAN ALIRAN
Vegetasi 0%

Kecepatan (V) (m/dt)	
V1	0,54864
V2	0,57912
V3	0,52672
V4	0,56576
V5	0,43452
Rata-rata	0,53095

TABEL IIIII HASIL PENGUKURAN KECEPATAN ALIRAN
Vegetasi 25%

Kecepatan (V) (m/dt)	
V1	0,42672
V2	0,44532
V3	0,41987
V4	0,41987
V5	0,42765
Rata-rata	0,42789

TABEL IVV
HASIL PENGUKURAN KECEPATAN ALIRAN
Vegetasi 50%

Kecepatan (V) (m/dt)	
V1	0,30480
V2	0,31212
V3	0,32016
V4	0,30876
V5	0,30556
Rata-rata	0,31028

TABEL V
HASIL PENGUKURAN KECEPATAN ALIRAN
Vegetasi 75%

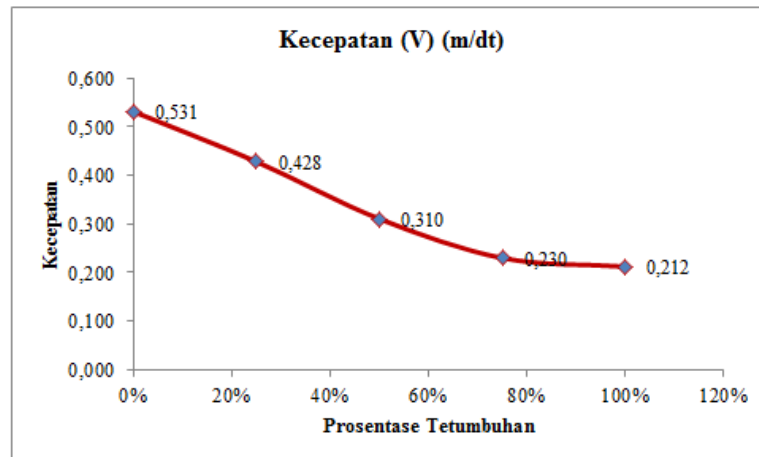
Kecepatan (V) (m/dt)	
V1	0,24384
V2	0,21678
V3	0,20564
V4	0,24287
V5	0,23987
Rata-rata	0,22980

TABEL VI
HASIL PENGUKURAN KECEPATAN ALIRAN
Vegetasi 100%

Kecepatan (V) (m/dt)	
V1	0,21336
V2	0,22113
V3	0,18973
V4	0,20987
V5	0,22543
Rata-rata	0,21190

TABEL VI
RATA-RATA KECEPATAN ALIRAN

Prosentase Tetumbuhan	Kecepatan (V) (m/dt)
0%	0,531
25%	0,428
50%	0,310
75%	0,230
100%	0,212



Gambar 8 Hubungan Prosentase Tetumbuhan dan Kecepatan Aliran

Dari hasil pengukuran kecepatan aliran seperti pada tabel 2 dan gambar 8, menunjukkan bahwa keberadaan tetumbuhan di sepanjang saluran berpengaruh terhadap kecepatan aliran. Hasil ini akan digunakan untuk menghitung nilai koefisien Manning pada saluran terbuka.

B. Perhitungan Elemen Geometri Saluran

Data geometrik saluran:

- Lebar dasar (b) = 0,3 m
- Tinggi muka air (h) = 0,23 m
- Kemiringan talut (m) = 1
- Kemiringan longitudinal (I) = 0,0027

Luas penampang basah (A)

$$A = bh + mh^2$$

$$= 0,3 \cdot 0,23 + 1 \cdot 0,23^2 = 0,1219 \text{ m}^2$$

Keliling basah saluran (P)

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$$

$$= 0,3 + 2 \cdot 0,23\sqrt{1 + 1^2} = 0,9505 \text{ m}$$

Jari-jari hidrolis penampang (R)

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,1219}{0,9505} = 0,1282 \text{ m}$$

C. Perhitungan Nilai Koefisien Manning

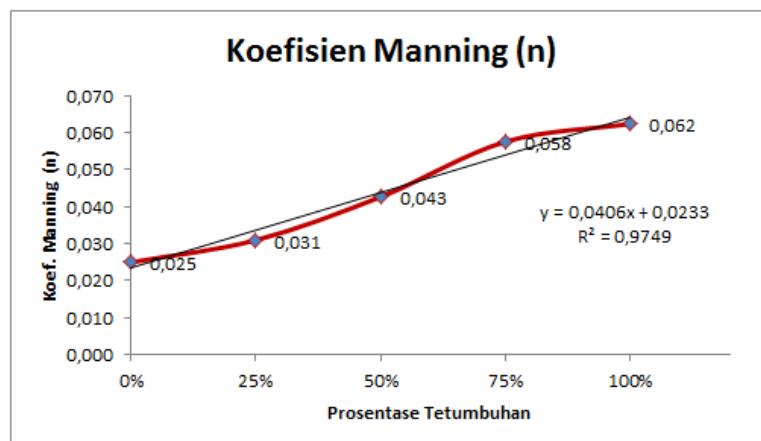
$$n = \frac{R^{2/3} I^{1/2}}{V}$$

$$= \frac{0,1282^{2/3} \cdot 0,0027^{1/2}}{0,549} = 0,024$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai koefisien Manning sebesar 0,024 untuk saluran normal (tanpa adanya tetumbuhan). Untuk nilai koefisien Manning pada saluran dengan 25%, 50%, 75%, dan 100% tetumbuhan seperti pada tabel 3.

TABEL VIII
NILAI KOEFISIEN MANNING (N)

% Tetumbuhan	V (m/dt)	$R^{2/3}$	$I^{1/2}$	n
0%	0,531	0,254	0,052	0,025
25%	0,428	0,254	0,052	0,031
50%	0,310	0,254	0,052	0,043
75%	0,230	0,254	0,052	0,058
100%	0,212	0,254	0,052	0,062



Gambar 9 Hubungan Prosentase Tetumbuhan dan Nilai “n”

Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa prosentase tetumbuhan berpengaruh positif terhadap nilai angka koefisien Manning.

V. KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan perhitungan kecepatan aliran dan koefisien Manning untuk saluran terbuka dari pasangan batu kali beberapa kesimpulan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Terjadi perlambatan terhadap kecepatan aliran seiring dengan kenaikan prosentase tetumbuhan terhadap panjang saluran.
2. Untuk saluran normal/tanpa adanya tetumbuhan diperoleh nilai “n” = 0,025. Angka ini sesuai dengan nilai “n” pada beberapa literatur.
3. Terjadi kenaikan nilai koefisien Manning untuk prosentase tetumbuhan sebesar 25%, 50%, 75%, dan 100% berturut-turut sebagai berikut; 0,031, 0,043, 0,058

VI. REFERENSI

- [1] M. Tahir and R. Musa, “Kajian Koefisien Kekasaran Manning (n) Pasangan Batu dan Beton Berdasarkan Kuantifikasi Kekasaran Hidrolis (Studi Kasus Daerah Irigasi Wawotobi Kab. Konawe Sultra),” *J. Tek. Sipil MACCA*, vol. 5, no. 2, pp. 118–132, 2020, doi: 10.33096/jtسم.v5i2.83.
- [2] W. Sanusi, “EVALUASI KOEFISIEN MANNING PADA BERBAGAI TIPE DASAR SALURAN,” *CRANE Civ. Eng. Res. J.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–4, 2022, doi: 10.34010/crane.v3i1.7131.
- [3] V. T. Chow, *Open-Channel Hydraulic*. Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha Book Company, Inc., 1959.

- [4] C. Sucipta *et al.*, “Analisa Geometri Sungai Terhadap Debit Aliran Pada Saluran Aluvial,” *J. Mhs. Tek. Sipil*, vol. 6, no. 3, pp. 1–4, 2019.
- [5] S. Dey, “Generalized geometric elements of artificial channels: A note,” *ISH J. Hydraul. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–4, 1998, doi: 10.1080/09715010.1998.10514615.
- [6] T. V. Hromadka, R. J. Whitley, N. Jordan, and T. Meyer, “Manning’s equation and two-dimensional flow analogs,” *J. Hydrol.*, vol. 389, no. 1–2, pp. 177–185, 2010, doi: 10.1016/j.jhydrol.2010.05.044.
- [7] A. R. Vatankhah, S. Ghafari, and A. Mahdavi Mazdeh, “New and improved hydraulic radius for channels of the second kind,” *Ain Shams Eng. J.*, vol. 6, no. 3, pp. 767–773, 2015, doi: 10.1016/j.asej.2015.02.003.
- [8] “Manning_formula @ en-m-wikipedia-org.translate.google.”
- [9] S. Tuozzolo, T. Langhorst, R. P. de Moraes Frasson, T. Pavelsky, M. Durand, and J. J. Schobelock, “The impact of reach averaging Manning’s equation for an in-situ dataset of water surface elevation, width, and slope,” *J. Hydrol.*, vol. 578, 2019, doi: 10.1016/j.jhydrol.2019.06.038.
- [10] B. Triatmodjo, *Hidraulika II*. Yogyakarta: Beta Offset, 1993.