

Kajian Menentukan Pekali Kekasaran Manning, n di Saliran Kampung Parit Jelutong

Muhammad Syahmie Jamal¹, Zarina Md Ali^{2*}

¹Faculty of Civil Engineering and Built Environment,
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Batu Pahat, 86400, MALAYSIA

*Senior Lecturer, Faculty of Civil Engineering and Built Environment, Universiti
Tun Hussein Onn Malaysia

DOI: <https://doi.org/10.30880/rtcebe.2023.04.03.068>

Received 11 January 2022; Accepted 15 May 2023; Available online 31 December 2023

Abstrak: Sungai mempunyai ciri-ciri yang sentiasa berubah yang dipengaruhi daripada kesan aktiviti manusia dan kemungkinan tinggi menghadapi masalah seperti hakisan dan pemendapan sungai. Objektif kajian ini adalah untuk mengukur ciri-ciri saliran dan kadar alir di saliran terpilih, memplot kadar aliran di sepanjang saliran dan menentukan nilai pekali kekasaran n dan keadaan aliran berdasarkan kiraan nombor Froude. 5 siri pengukuran telah dijalankan untuk menentukan ciri dan profil saliran berdasarkan aras datum ketinggian, data kadar alir, perimeter basah, jejari hidraulik dan sudut cerun saliran. Pengukuran halaju aliran, kedalaman, lebar dan ciri keratan rentas sungai untuk mendapatkan nilai n . Julat nilai n yang diperolehi adalah antara 0.0138 hingga 0.0272 dan diklasifikasikan saliran yang mempunyai rumput yang pendek dan rumpai. Selain itu ia juga oleh diklasifikasikan sebagai saluran *shotcrete*. Julat nilai kadar alir adalah antara 0.025 m³/s hingga 0.068 m³/s. Nombor Froude yang diperolehi adalah antara 0.0995 hingga 0.068 dan diklasifikasikan sebagai aliran sub-kritikal kerana nilai Froude kurang daripada 1. Cadangan untuk penambahbaikan untuk masa akan datang adalah dengan menambah beberapa lagi seksyen di sepanjang saliran untuk mendapatkan keputusan kajian yang lebih tepat dan menambah pembahagian rentas di setiap seksyen.

Kata Kunci: Pekali kekasaran Manning, Kadar alir, Nombor Froude

Abstract: Rivers have ever-changing characteristics that are influenced by the effects of human activities and are highly likely to face problems such as river erosion and sedimentation. The objectives of this study were to measure drainage characteristics and flow rates in selected drains, plot the flow rates along the drainage and determine the values of roughness coefficients, n and flow conditions based on Froude number. 5 series of measurements were carried out to determine drainage characteristics and profiles based on altitude datum level, flow rate data, wet perimeter, hydraulic radius and drainage slope angle. Measurement of flow velocity, depth, width and cross-sectional characteristics of the river to obtain the value of n . The range of n values obtained from 0.0138 to 0.0272 and were classified drains having short grasses and weeds. In additions, it is also classified as a shotcrete channel. The range of flow rate

*Corresponding author: zarinaa@uthm.edu.my

2023 UTHM Publisher. All rights reserved.

publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/rtcebe

values is between 0.025 m³/s to 0.068 m³/s. The Froude number obtained ranged from 0.0995 to 0.068 and was classified as a sub-critical flow because the Froude value was less than 1. Suggestions for improvement for the future are to add a few more sections along the drainage to get more accurate results and add a cross division in each section.

Keywords: Manning Roughness Coefficient, Flow Rate, Froude Number

1. Pengenalan

Sungai atau saluran adalah salah satu sumber penting bagi sesebuah penempatan penduduk dimana sungai merupakan salah satu sumber pendapatan bagi masyarakat di Malaysia dalam membekalkan sumber protein yang baik. Saliran mengalirkan air dari satu tempat yang tinggi ke satu tempat yang lebih rendah, contohnya dari kawasan berbukit ke kawasan yang rendah seperti tasik dan laut. Sungai juga adalah satu elemen yang menghubungkan alam daratan dan alam lautan. Selain itu, saluran digunakan juga sebagai takungan air hujan apabila ketika musim tengkujuh. Oleh itu, perubahan pada saluran boleh membawa kebaikan dan keburukan kepada penduduk.

Selain itu, Pekali kekasaran, n adalah parameter digunakan oleh para jurutera untuk pengurusan saluran, bagi mengatasi masalah banjir, perparitan, reka bentuk saluran dan juga mengawal sumber air. Kebiasaannya nilainya hanya dirujuk kepada kajian terdahulu yang mempunyai keadaan bentuk saluran yang hampir sama. Namun begitu, setiap saluran semulajadi mempunyai ciri-ciri bentuk dan keadaan yang berbeza.

Oleh itu, tujuan kajian ini dilakukan adalah untuk mendapatkan ciri dan profil saluran, menentukan nilai pekali kekasaran, n bagi saluran semulajadi iaitu di saluran Kampung Parit jelutong dan keadaan aliran berdasarkan kiraan Nombor *Froude*. Diharap dengan hasil dapatan kajian ini dapat menyumbangkan data awalan bagi pengurusan saluran ini dimasa hadapan

2. Kajian Literatur

2.1 Saliran

Saliran terbuka adalah bermaksud air yang mengalir secara bebas di permukaan dan kebiasaannya pada tekanan atmosfera [2]. Saliran terbuka boleh dikelaskan sebagai saluran semula jadi atau buatan. Terdapat banyak contoh saluran terbuka antaranya adalah sungai, parit, dan juga pembentung. Ianya berlaku bukanlah kerana perbezaan pada tekanan, tetapi ianya disebabkan oleh perbezaan tenaga. Ianya dihasilkan daripada faktor kecerunan. Terdapat dua jenis saluran terbuka iaitu aliran seragam dan aliran tidak seragam yang mempunyai ciri-ciri yang tersendiri [4]. Terdapat dua jenis saluran iaitu saluran semulajadi dan saluran buatan. Kajian ini menumpukan saluran semulajadi dalam mencapai objektif kajian.

Saliran semulajadi merujuk kepada semua saluran yang telah dikembangkan oleh proses semula jadi dan belum banyak diperbaiki oleh manusia. Ciri-ciri saluran semulajadi adalah sentiasa mempunyai perubahan seperti perubahan terhadap masa dan juga tempat. Saliran semulajadi di permukaan bumi adalah bermula daripada tempat yang tinggi sebagai contoh gunung dan bukit ke kawasan rendah dan seterusnya saluran akan bercantum dengan saluran lain di bahagian hilir.

2.2 Geometri Saliran

Saliran semulajadi mempunyai keratan rentas yang tidak seragam berbanding dengan saluran buatan. Unsur geometri adalah pengiraan kadar alir yang memerlukan keratan geometri dan kedalaman saluran [9]. Geometri asas tersebut adalah kedalaman air (y), lebar atas (T), lebar saluran (b), luas keratan rentas saluran (A), perimeter basah (P), kedalaman hidraulik (D), jejari hidraulik (R) dan kadar alir (Q).

2.3 Pekali kekasaran n

Pekali kekasaran, n merupakan salah satu parameter yang diperlukan untuk mendapatkan tahap kekasaran permukaan saluran dan kesan rintangan aliran. Dengan nilai pekali kekasaran, aliran air di atas tanah dapat ditentukan [12] dan nilai n sangat sukar untuk diperolehi oleh kerana nilai n mempunyai keadaan yang sama untuk semua jenis saluran terbuka [7].

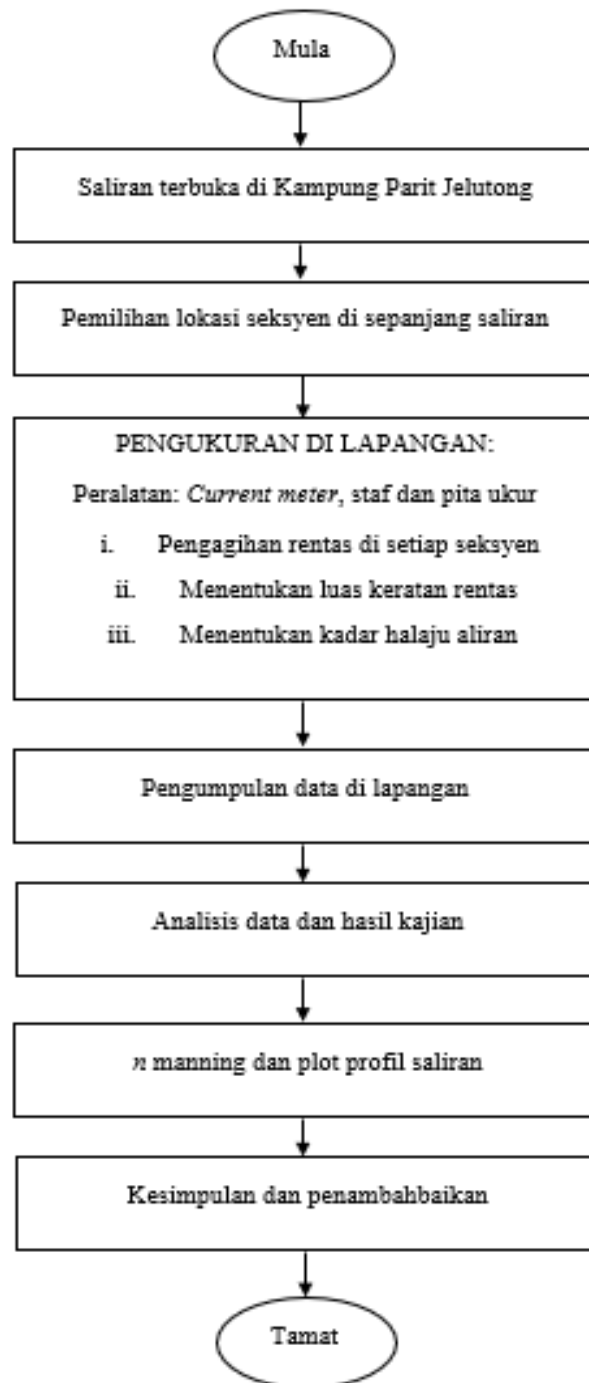
Menurut Kamiana [8], nilai pekali kekasaran n adalah berbeza berdasarkan jenis permukaan tanah seperti yang ditunjukkan di Jadual 1. Selain itu, nilai n juga dapat diperolehi berdasarkan jenis dan kriteria saluran [2]. Nilai n yang tinggi menunjukkan aliran tersebut mempunyai geseran yang tinggi dan nilai n yang rendah pula menunjukkan geseran yang rendah pada aliran [3]. Terdapat beberapa faktor yang boleh mempengaruhi nilai pekali kekasaran, n di saluran terbuka iaitu kekasaran permukaan, penjarangan saluran, tumbuhan, kedalaman dan kadar alir, halangan, ketidakseragaman saluran dan bentuk serta saiz saluran.

Jadual 1: Nilai pekali kekasaran Manning (Jenis permukaan) [8]

Jenis Permukaan	Nilai Manning, n
Besi tuang bersalut	0.014
Kaca	0.010
Saluran konkrit	0.013
Bata bersalut mortar	0.015
Pasangan batu simen	0.025
Saluran tanah bersih	0.022
Saluran tanah	0.030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0.040
Saluran dalam penggalian batu	0.040

3. Metodologi

Kajian ini dilakukan berdasarkan proses kajian seperti di Rajah 1 (Carta alir). Selain itu, kaedah pengukuran dan analisis data diterangkan dengan jelas

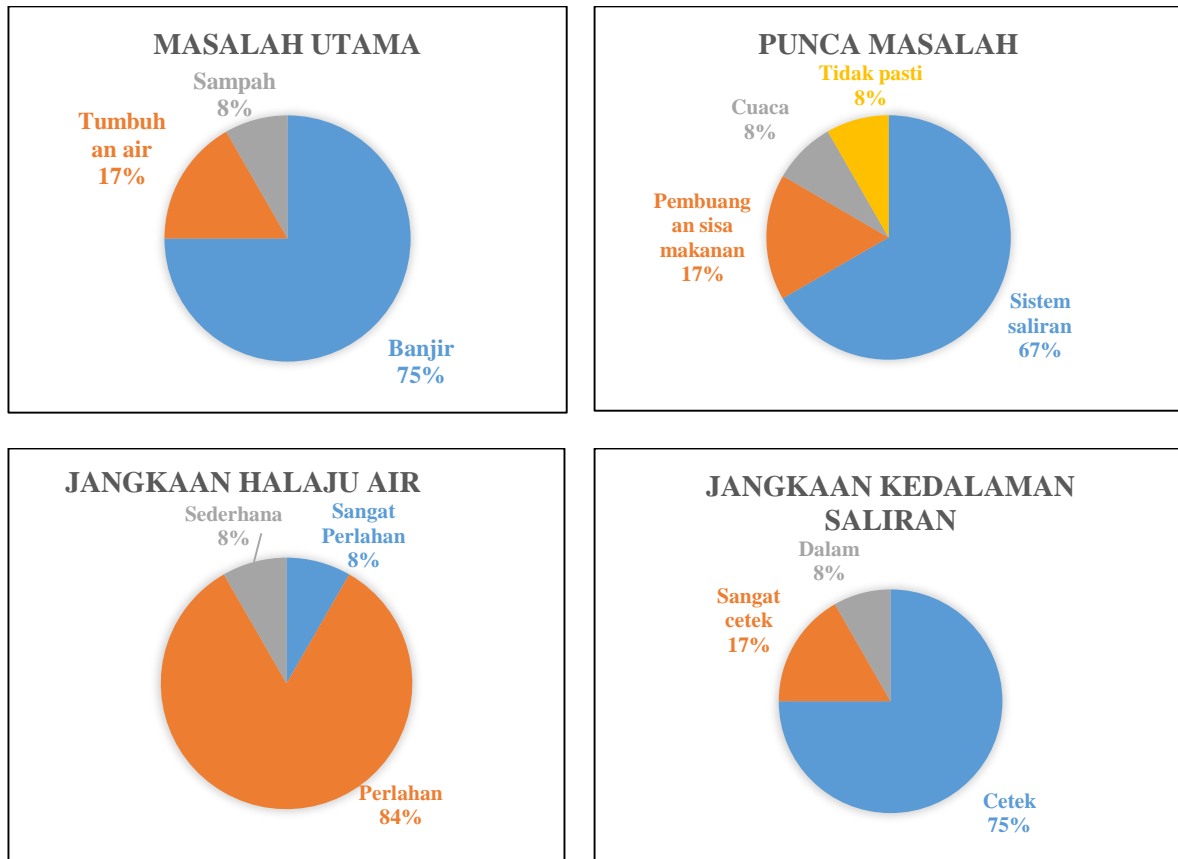


Rajah 1: Carta alir kajian

3.1 Kawasan kajian

Saliran Kampung Parit Jelutong, Batu Pahat, Johor dipilih sebagai kawasan kajian kerana sering berlaku banjir apabila hujan turun berdasarkan pemerhatian yang dijalankan terhadap penduduk kampung melalui kaji selidik. Berdasarkan rajah 2, hasil kajian soal selidik menunjukkan masalah utama yang dialami adalah masalah banjir (75%), diikuti dengan masalah pembuangan sampah (8%) dan kehadiran tumbuhan air (17%). Punca masalah saluran yang dikenalpasti berpunca dari masalah sistem saluran (67%), pembuangan sisa makanan (17%) dan selebihnya menyatakan keadaan cuaca. Berdasarkan pemerhatian responden 84% menyatakan halaju air di tempat kajian adalah perlahan dan selebihnya

menyatakan sangat perlahan (8%) dan sederhana (8%). Selain itu, majoriti responden berpendapat kedalaman saluran di lokasi adalah cetek (75%), 17% menyatakan sangat cetek dan 8% menyatakan kedalaman saluran adalah dalam. Manakala rajah 3 dibawah menunjukkan lima lokasi stesen di sepanjang 480 m saluran.



Rajah 2: Hasil kajian soal selidik



Rajah 3: Lokasi kajian

3.2 Pengukuran data

Pengukuran di lapangan dibahagikan kepada 5 seksyen disepanjang 480m saliran. Pengukuran yang terlibat adalah kedalaman air (y), lebar atas (T), halaju (V) dan luas keratan rentas (A) saliran. Pengukuran dilakukan di setiap seksyen dengan bantuan alat meter arus, pita ukur dan setaf. Seterusnya pengiraan n menggunakan persamaan Manning.

- Kedalaman air, y

Kedalaman air diukur dari jarak menegak bermula pada titik terendah saliran suatu keratan rentas sehingga ke permukaan bebas

- Lebar atas, T

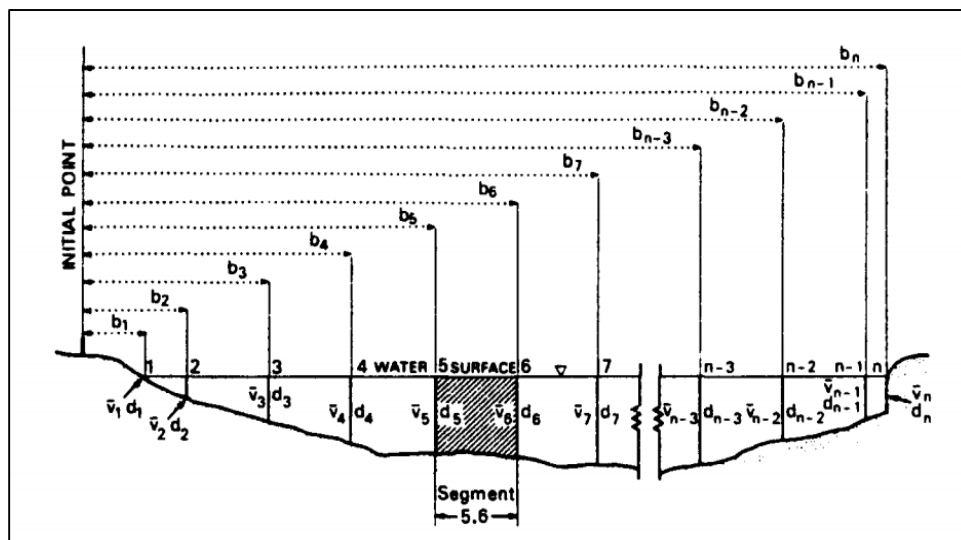
Lebar atas adalah lebar dibahagian atas sesuatu keratan rentas saliran

- Luas keratan rentas, A

Luas adalah luas keratan rentas saliran yang mana ianya adalah berserenjang dengan arah aliran.

3.3 Kaedah Purata-Seksyen

Kadar alir, Q segmen dikira antara dua garis menegak yang berada bersebelahan seperti rajah 4. Halaju mestilah diperolehi dengan mengira setiap halaju di setiap segmen di keratan rentas tersebut. Untuk menghasilkan nilai kadar alir Q , nilai purata halaju mestilah didarabkan dengan keluasan seksyen antara dua menegak. Seterusnya nilai kadar alir di setiap seksyen akan dijumlahkan untuk mendapatkan nilai kadar alir keseluruhan.



Rajah 4: Keratan rentas menggunakan kaedah purata seksyen

4. Hasil dan Analisis

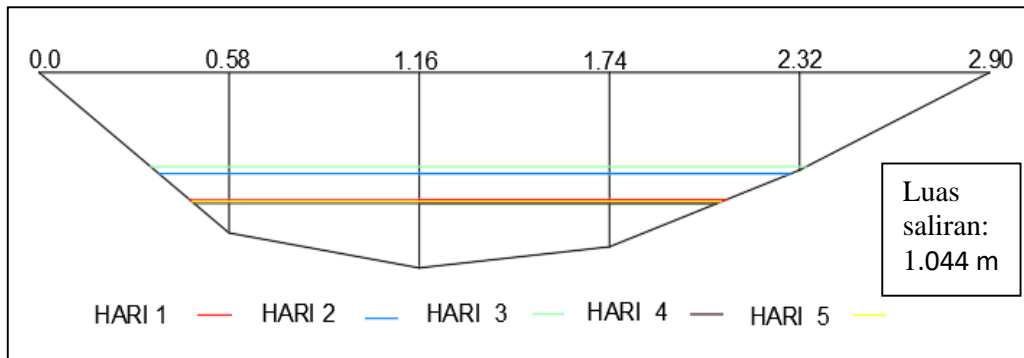
Cerapan data di lapangan telah dilakukan di saliran tersebut pada 5 hari (4 November – 2 Disember 2021) di 5 seksyen sepanjang 480 m di saliran Kampung Parit Jelutong. Pengukuran dilapangan telah dijalankan pada 4/11/2021 (Hari 1), 11/11/2021 (Hari 2), 18/11/2021 (Hari 3), 25/11/2021 (Hari 4) dan 2/12/2021 (Hari 5) bagi mendapat data kedalaman air, lebar saliran dan halaju aliran. Seterusnya, nilai pekali n ditentukan dengan menggunakan Microsoft Excel bagi data analisis.

4.1 Ciri-ciri dan Profil Saliran

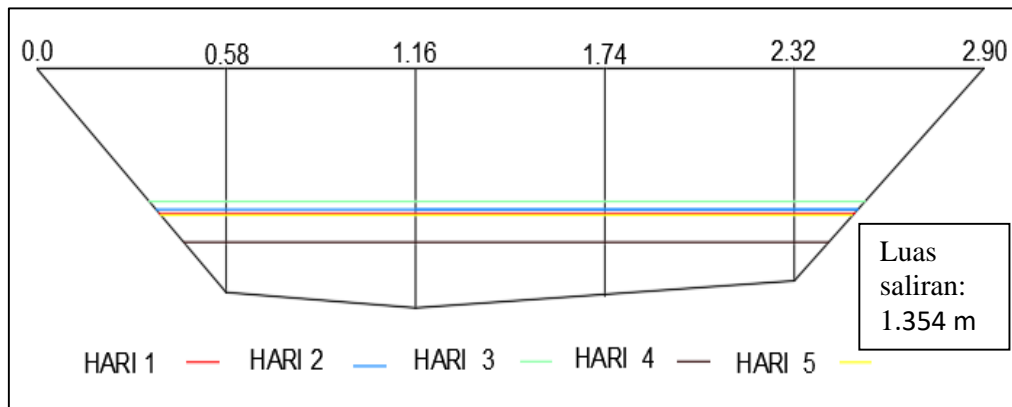
Jadual 2 menunjukkan data pengukuran di saliran Kampung Parit Jelutong bagi setiap lima seksyen terpilih pada hari pertama sehingga hari ke-5 bagi seksyen 1 hingga seksyen 5. Nilai luas keratan rentas aliran digunakan untuk mendapatkan nilai kadar alir, Q . Rajah 5 hingga rajah 9 menunjukkan profil saliran dan mempunyai profil saliran yang berbeza. Profil saliran seksyen 1 dan seksyen 4 menunjukkan luas keratan rentas yang terendah berbanding yang lain. Hari pertama dan hari ke-4 menunjukkan kedalaman air yang paling minimum pada semua seksyen dan menjadikan nilai halaju aliran pada hari tersebut antara tertinggi. Manakala pada hari ke-2 menunjukkan kedalaman air yang paling maksimum dan menjadikan halaju aliran menjadi rendah. Nilai keberkesanan saluran yang paling baik adalah apabila nilai jejari hidraulik bernilai 1 dan yang menghampirinya. Apabila nilai jejari hidraulik menghampiri nilai 1, ia bermakna saluran ini adalah stabil. Ia boleh diklasifikasikan sebagai saluran yang stabil untuk mengalirkan air.

Jadual 2: Data pengukuran dilapangan

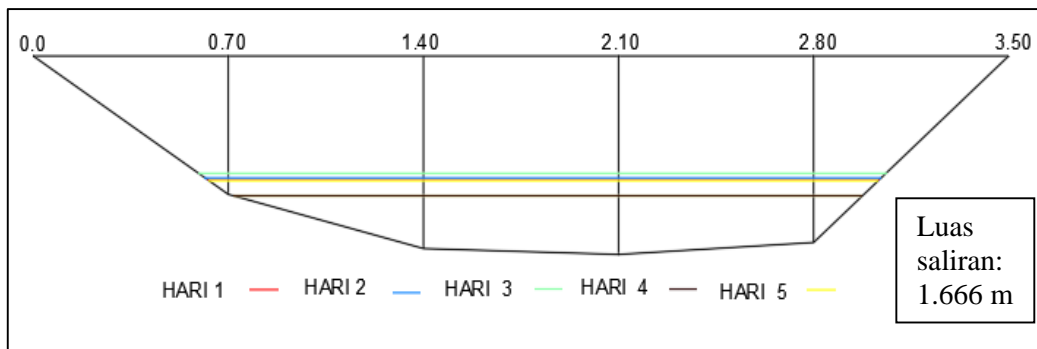
Hari	Seksyen	Luas keratan rentas, A (m ²)	Lebar basah, T (m)	Perimeter basah, P (m)	Jejari hidraulik, R (m)	Kedalaman hidraulik, D (m)
1 (4/11/2021)	1	0.210	1.636	3.347	0.0627	0.1284
	2	0.414	2.130	4.417	0.0937	0.1944
	3	0.454	2.413	4.945	0.0918	0.1881
	4	0.352	2.213	4.536	0.0776	0.1591
	5	0.277	1.797	3.273	0.0846	0.1541
2 (11/11/2021)	1	0.343	1.928	3.965	0.0865	0.1779
	2	0.436	2.150	4.467	0.0976	0.2028
	3	0.466	2.426	4.975	0.0937	0.1921
	4	0.397	2.257	4.641	0.0855	0.1759
	5	0.379	1.906	3.986	0.0951	0.1988
3 (18/11/2021)	1	0.382	2.000	4.121	0.0927	0.1910
	2	0.479	2.191	4.565	0.1049	0.2186
	3	0.503	2.466	5.065	0.0993	0.2040
	4	0.431	2.290	4.720	0.0913	0.1882
	5	0.398	1.926	4.034	0.0987	0.2066
4 (25/11/2021)	1	0.193	1.597	3.258	0.0592	0.1209
	2	0.260	1.976	4.048	0.0642	0.1316
	3	0.325	2.256	4.594	0.0707	0.1441
	4	0.265	2.122	4.326	0.0613	0.1249
	5	0.251	1.767	3.651	0.0687	0.1420
5 (2/12/2021)	1	0.201	1.616	3.299	0.0609	0.1244
	2	0.401	2.119	4.393	0.0913	0.1892
	3	0.442	2.400	4.915	0.0899	0.1842
	4	0.341	2.200	4.510	0.0756	0.1550
	5	0.274	1.793	3.713	0.0738	0.1528



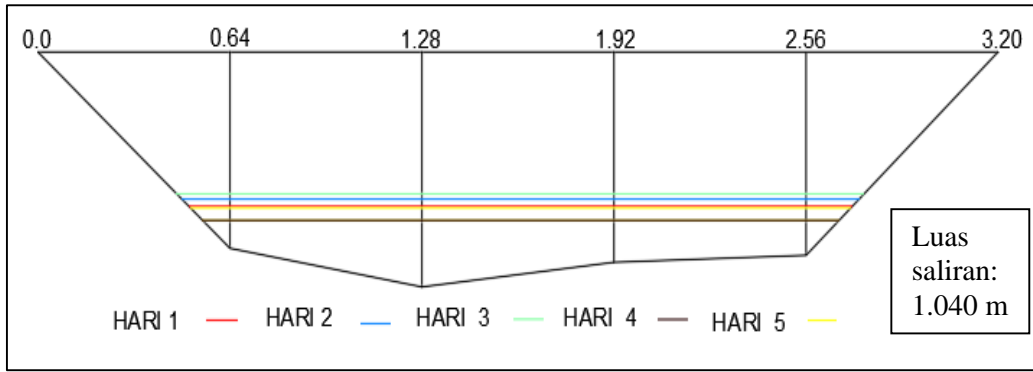
Rajah 5: Profil saluran sekyen 1



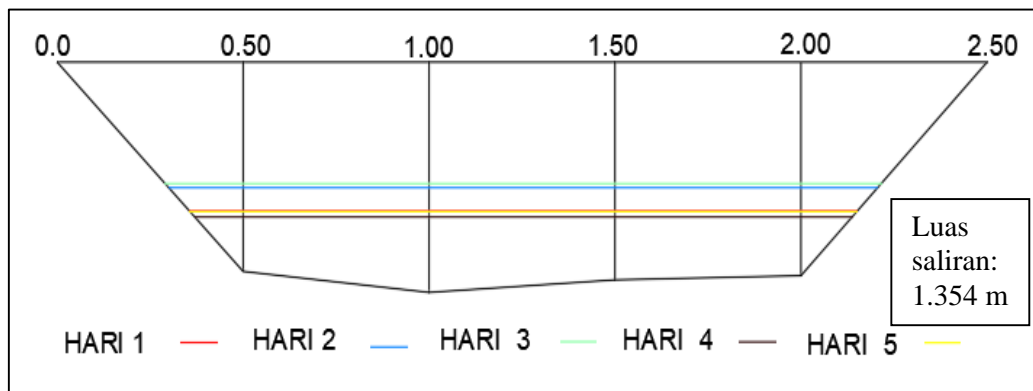
Rajah 6: Profil saluran seksyen 2



Rajah 7: Profil saluran seksyen 3



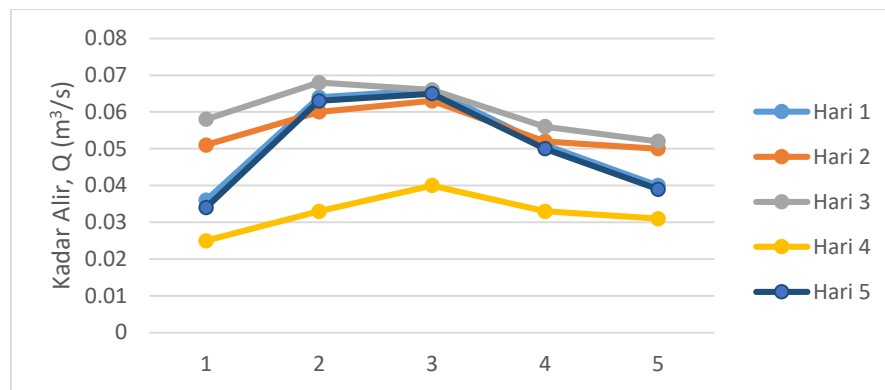
Rajah 8: Profil saliran seksyen 4



Rajah 9: Profil saliran seksyen 5

4.2 Kadar Alir

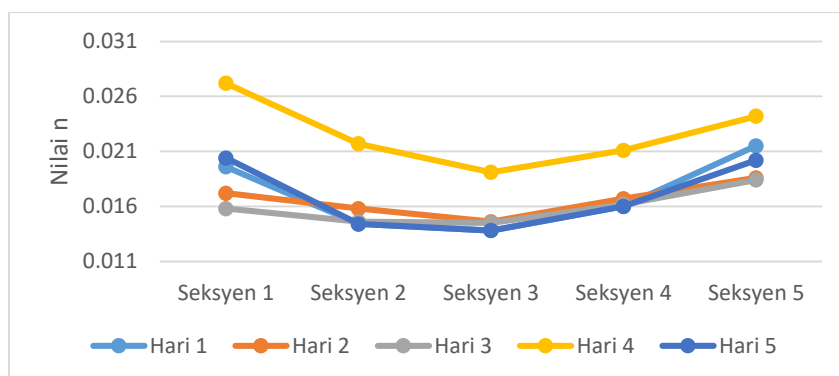
Berdasarkan rajah 10, kadar alir yang tertinggi adalah pada hari ke-3 (18/11/2021), seksyen ke-2 iaitu $0.068 \text{ m}^3/\text{s}$. Ini adalah disebabkan nilai luas keratan rentas pada hari dan seksyen tersebut adalah paling tinggi iaitu 0.479 m^2 . Manakala nilai kadar alir paling rendah adalah pada hari ke-4, seksyen pertama iaitu bernilai $0.025 \text{ m}^3/\text{s}$ kerana mempunyai keluasan keratan rentas yang paling rendah iaitu 0.193 m^2 . Boleh disimpulkan bahawa semakin besar nilai luas keratan rentas dan kedalaman air, semakin tinggi nilai kadar alir sesuatu saluran. Kesimpulannya, semua nilai kadar alir yang diperolehi adalah berbeza beza kerana berlaku perubahan kepada nilai luas saluran di tempat kajian. Jadi, ia boleh diklasifikasikan sebagai aliran tidak menentu atau tidak stabil disebabkan perbezaan luas saluran kajian.



Rajah 10: Graf kadar alir, Q di setiap seksyen

4.3 Nilai Pekali Kekasaran n

Julat nilai n adalah dari 0.0138 hingga 0.0272. Nilai n yang tertinggi adalah pada hari ke-4 di seksyen pertama iaitu bernilai 0.0272. Manakala nilai terendah pula adalah pada hari pertama di seksyen ke-3 dan juga pada hari ke-5 di seksyen ke-3. Pada hari dan seksyen tersebut mempunyai nilai yang sama iaitu 0.0138.

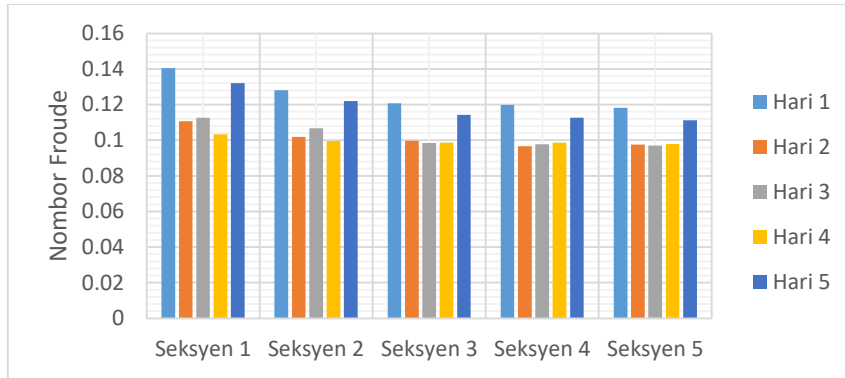


Rajah 11: Hubungan antara nilai n dan seksyen mengikut hari pengukuran

Berdasarkan rajah 11, kesemua nilai n pada hari ke-4 adalah paling tinggi berbanding nilai n pada hari yang lain. Ianya kerana kadar alir pada hari ke-4 di semua seksyen mempunyai nilai yang rendah berbanding yang lain. Nilai julat kadar alir pada hari tersebut adalah 0.0250m³/s hingga 0.0707m³/s. Manakala pada seksyen ke-3 di semua hari yang terpilih mempunyai nilai n yang terendah berbanding seksyen yang lain. Ia kerana pada seksyen tersebut mempunyai kadar alir yang tertinggi berbanding seksyen yang lain. Nilai julat n pada semua seksyen 3 adalah 0.0138 hingga 0.0191. Secara kesimpulannya, berdasarkan nilai n yang diperolehi, saluran di Kampung Parit Jelutong boleh diklasifikasikan sebagai saluran yang mempunyai rumput yang pendek dan sedikit rumpa [2]. Saliran ini juga boleh diklasifikasikan sebagai saluran shotcrete [10].

4.4 Nombor Froude

Nilai julat nombor Froude adalah antara 0.097 hingga 0.1406. Pada hari pertama dan seksyen 1 menunjukkan nilai yang tertinggi iaitu 0.1406 manakala nilai yang terendah adalah pada hari ke-4 seksyen 2 iaitu bernilai 0.0967.



Rajah 12: Hubungan nombor *Froude* dan seksyen mengikut hari sampel

Berdasarkan rajah 12, nombor *Froude* pada kesemua hari pertama dan hari ke-5 menunjukkan nilai yang tertinggi antara 5 hari yang lain. Nilai julatnya adalah antara 0.1112 hingga 0.1406. Ianya kerana nilai halaju pada hari tersebut mempunyai nilai yang tinggi. Manakala pada hari ke-2 sehingga hari ke-4 menunjukkan nilai nombor *Froude* yang seragam iaitu julat antara 0.0970 hingga 0.1127. Oleh itu, dapat dirumuskan bahawa saluran semula jadi di Kampung Parit Jelutong sebagai sub-kritikal kerana saluran di Kampung Parit Jelutong adalah tidak dinamik. Saluran ini juga tidak berkemampuan untuk mengubah dirinya walaupun terdapat masalah yang berkaitan dengan hakisan dan pemendapan. Selain itu, semua nilai yang diperolehi adalah kurang daripada satu ($Fr < 1$). Tambahan lagi, ia disebabkan daya awal terhadap saluran sangat kurang dan mempunyai graviti yang sangat tinggi. Dalam erti kata lain, air yang berada di dalam saluran itu mengalir dalam keadaan bergraviti.

5. Kesimpulan

Kesimpulannya, nilai julat kadar alir adalah diantara 0.025 m²/s sehingga 0.068 m²/s dan nilai julat pekali kekasaran n pula adalah antara 0.0138 sehingga 0.0272. Berdasarkan nilai pekali kekasaran n , saluran ini diklasifikasikan sebagai saluran yang mempunyai rumput yang pendek dan rumpai. Saliran ini juga boleh diklasifikasikan sebagai saluran *shotcrete* [10]. Seterusnya, nilai julat nombor *Froude* saluran adalah diantara 0.0995 sehingga 0.1406 dan diklasifikasikan sebagai sub-kritikal ($Fr < 1$).

Setelah melakukan pemantauan dan juga kajian terhadap saluran di Kampung Parit Jelutong, terdapat beberapa cadangan yang boleh dikemukakan untuk penambahbaikan untuk masa akan datang seperti berikut:

1. Melakukan kempen tentang kepentingan saluran yang bersih.
2. Penguatkuasa mesti mengambil peduli tentang kualiti system saluran.
3. Menambah beberapa lagi seksyen di sepanjang saluran untuk mendapatkan keputusan kajian yang lebih tepat.
4. Menambah pembahagian rentas di setiap seksyen kepada 7 hingga 13 bahagian.
5. Pengambilan data mestilah diambil semasa cuaca berada dalam keadaan baik.

Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan ribuan terima kasih Fakulti Kejuruteraan Awam dan Alam Bina, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia atas sokongan yang diberikan.

References

- [1] Chaudhry, M. H. (2008). Flow in Natural Stream along Vegetated Channel. In Chaundrhry, M. H. Open Channel Flow, University of South Carolina: Springer. 86-97.
- [2] Chou, V. T. (1959). Development of uniform flow. In: Ven Te Chow Open Channel Hydraulics. New York: Mc Graw Hill Book Company, Inc.
- [3] Czachorski, R. (2018). Manning's Equation – The Details Behind this Highly Versatile Formula. H2Ometrics.
- [4] French, R. H. (2007, April 30). Open Channel Hydraulics New York: McGraw-Hill Book Company. 18-19.
- [5] Harry H. Barnes, J. (1967). Roughness Characteristics of Natural Channels. Washington: United States Government Printing Office
- [6] Herschy, R. (1993). The Velocity-Area Method. In Herschy, R. *Flow Measurement and Instrument*, United Kindom: CNS Scientific & Engineering Services 4(1), 7-10.
- [7] Jarrett, R. D. (1985). Determination of Roughness Coefficients for Streams in Colorado. Lakewood: State of Colorado, Department of Natural Resources, Colorado Water Conservation Board
- [8] Kamiana, I. M. (2019). Hidraulika. In Kamiana, I. M. Teknik Perhitungan pada Aliran Terbuka dan Tertutup (pp. 76). Yogyakarta: University Palangka Raya
- [9] Keramaris, E. & Pechlivanidis, G. (2017). Influence of permeable bed and channel width on turbulent characteristics in inclined open channel flows. *Journal of Hydraulic Engineering*, 23, pp. 118-125
- [10] Malaysia (2012). Government of Malaysia Department of Irrigation and Drainage Urban Stormwater Management Manual for Malaysia MSMA 2 nd Edition. (n.d.).
- [11] McMillin, T. S. (2011). *The Meaning of Rivers: low and Reflection in American Literature*. Iowa City: Universiti of Iowa Press
- [12] Zhang, Z. L. (2001). Calculation of Field Manning's Roughness Coefficient (Jld. 49). Beijing, China: Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences