

Konsentrasi Sedimen Suspensi Rata-Rata Kedalaman Berdasarkan Pengukuran 1, 2, dan 3 Titik Pada Aliran Dipercepat

Anggi Hermawan^{1*}, Erwin Nur Afiato², Oggi Heicqal Ardian³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Yogyakarta

Email Corespondent*: anggi@itny.ac.id

Abstrak

Proses pengambilan sampel untuk sebaran konsentrasi sedimen tersuspensi di lapangan seringkali tidak dapat dilakukan sesuai dengan standar pengambilan sampel yang benar karena banyaknya kendala yang dihadapi di lapangan. Kendala tersebut akan mengakibatkan ketidakakuratan debit sedimen tersuspensi. Bagaimana dan di lokasi mana pengambilan sampel dilakukan mungkin perlu dipertimbangkan karena berbagai kendala pada pengambilan sampel di lapangan. Penelitian ini menggunakan metode *point integrated sampling methode* yang dianggap lebih akurat dibandingkan *depth-integrated sampling*. namun, data profil konsentrasi sedimen tersuspensi dalam jumlah besar diperlukan pada kedalaman keseluruhan, yang berarti bahwa metode tersebut membutuhkan lebih banyak waktu dan biaya untuk mengumpulkan data pengambilan sampel. Nilai konsentrasi sedimen tersuspensi rata-rata kedalaman yang ditentukan menggunakan Persamaan 9, 10, dan 11 masih dapat diandalkan karena memiliki nilai faktor koreksi mendekati 1 (satu), $Cte_1 \approx Cte_2 \approx Cte_3 \approx 1$.

Kata Kunci: Konsentrasi sedimen, *Point integrated sampling methode*, Sedimen suspensi

Abstract

The sampling process for the distribution of suspended sediment concentrations in the field often cannot be carried out according to the correct sampling standard because of the many obstacles faced in the field. These constraints will result in inaccurate of the suspended sediment discharge. How and at which locations the sampling is carried out may need to be considered due to the various constraints on field sampling. This research uses an integrated point sampling method which is considered to be more accurate than the depth-integrated sampling. however, a large amount of suspended sediment concentration profile data is required at the overall depth, which means that the method requires more time and cost to collect the sampling data. The value of depth-averaged suspended sediment concentration determined using Equations 9, 10, and 11 is still reliable because it has a correction factor value close to 1 (one), $Cte_1 \approx Cte_2 \approx Cte_3 \approx 1$.

Keywords: *Point integrated sampling methode*, Sediment concentration, Sediment suspension

PENDAHULUAN

Angkutan sedimen suspensi yang terjadi di lapangan memiliki karakteristik yang sedemikian kompleks, dan sampai saat ini belum ditemukan metode pengukuran yang lebih efektif untuk menentukan nilai konsentrasi sedimen suspensi atau debit sedimen suspensi pada suatu saluran/sungai.

Sampai saat ini metode pengambilan sampel sedimen suspensi secara langsung di lapangan masih tetap diandalkan.

Wren, dkk (2000), mengkaji tentang profil distribusi konsentrasi sedimen suspensi pada beberapa posisi dari tepi saluran (arah transversal), dan selanjutnya membandingkan hasilnya dengan persamaan

yang ada di literatur (persamaan Rouse, lihat Kironoto, dkk, 2007). Berdasarkan hasil penelitiannya dapat diketahui ada penyimpangan data distribusi konsentrasi sedimen suspensi terhadap persamaan Rouse, untuk itu disusulkan adanya suatu faktor koreksi.

Fugate dan Friedrichs (2001) menyatakan bahwa nilai kecepatan endap partikel sedimen akan meningkat seiring dengan meningkatnya nilai konsentrasi sedimen suspensi, meskipun variasi peningkatannya tidak terlalu signifikan. Fenomena ini akan mempengaruhi bentuk distribusi konsentrasi sedimen suspensi dari tengah ke tepi saluran.

Kironoto, dkk (2004, 2007) meneliti terkait profil distribusi konsentrasi sedimen suspensi pada arah transversal di laboratorium dan di lapangan, berdasarkan penelitiannya tersebut didapatkan suatu hubungan/korelasi antara titik/lokasi pengambilan sampel sedimen suspensi arah transversal (di tepi saluran) dengan nilai konsentrasi sedimen suspensi rata-rata tampang. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat diketahui bahwa nilai konsentrasi sedimen suspensi rata-rata tampang yang ditentukan berdasarkan data sampel sedimen suspensi di tepi saluran akan memberikan prediksi yang terlalu kecil, dan sebaliknya bila didasarkan pada sampel sedimen di tengah saluran akan memberikan prediksi yang terlalu besar. Berdasarkan kondisi di atas, diusulkan suatu faktor koreksi, bilamana pengambilan / pengukuran sampel sedimen suspensi tetap dilakukan pada titik-titik tertentu pada arah transversal.

Pada penelitiannya nilai faktor koreksi sama dengan 1 diberikan pada lokasi titik pengambilan sampel sedimen suspensi arah transversal dengan posisi $z = 0,195 B \approx 0,2 B$ dari tepi saluran, dengan B adalah lebar saluran. Dengan kata lain faktor koreksi sama dengan 1 dapat diartikan bahwa konsentrasi sedimen suspensi yang diperoleh pada lokasi $z = 0.2 B$, dari tepi saluran, dapat memberikan estimasi/gambaran nilai konsentrasi sedimen suspensi rata-rata tampang.

Terdapat 2 metode standar yang biasa dipakai untuk mengukur konsentrasi sedimen suspensi rata-rata kedalaman (*depth-averaged suspended sediment concentration*), yaitu *depth-integrated sampling method* dan *point-integrated sampling method*. Metode pertama, pengukuran konsentrasi sedimen suspensi rata-rata kedalaman dengan cara mengambil sampel sedimen suspensi secara menerus (kontinyu) dari permukaan air sampai ke dasar saluran, dan diulangi pengukuran dari dasar saluran ke permukaan air pada setiap vertical pengukuran. Pada metode yang pertama ini perlu diperhatikan kecepatan gerakan peralatan pengambil sampel (botol sampel) akan sangat berpengaruh terhadap ketelitian hasil sampel yang diperoleh. Untuk metode kedua, sampel konsentrasi sedimen suspensi diperoleh pada sejumlah titik pada kedalaman aliran, untuk selanjutnya diintegalkan sehingga diperoleh konsentrasi sedimen suspensi rata-rata kedalaman. Semakin banyak titik sampel, maka secara teoritis hasil yang diperoleh akan semakin teliti.

Metode yang kedua relatif lebih baik dan teliti dibandingkan dengan metode yang pertama, akan tetapi, dibutuhkan data distribusi konsentrasi sedimen suspensi pada seluruh kedalaman. Sehingga proses mendapatkan data akan membutuhkan waktu yang lama dan biaya yang mahal. Mengacu pada metode kedua ini akan lebih bermanfaat dan praktis apabila pengambilan sampel dapat dilakukan hanya pada posisi / titik-titik tertentu saja pada suatu kedalaman (misal 1 s/d 3 titik saja). Akan tetapi permasalahannya adalah, letak dimana sampel harus diambil / diukur dan berapa jumlah titik sampelnya yang harus diambil agar hasil yang diperoleh masih tetap teliti, dan respresentatif terhadap seluruh tampang. Untuk pengukuran kecepatan aliran, kecepatan rata-rata kedalaman (*depth-averaged velocity*) seringkali didekati dengan pengukuran di titik $y=0.4D$ dari dasar saluran untuk pengukuran 1 titik, dan pada $y=0.8D$ dan $y=0.2D$, untuk pengukuran 2 titik, dan pada $y=0.8D$, $y=0.4D$, dan $y=0.2D$ untuk pengukuran 3 titik.

Berdasarkan dengan permasalahan di atas, maka dalam tulisan ini akan dikaji alternatif kemungkinan penentuan konsentrasi sedimen suspensi rata-rata kedalaman, melalui skema pengambilan sampel / pengukuran pada titik-titik tertentu saja, yaitu melalui pengukuran 1, 2, dan 3 titik, baik di bagian tengah maupun di tepi saluran. Kajian akan dilakukan berdasarkan data pengukuran di lapangan yaitu pengukuran lapangan di Saluran Induk Mataram Yogyakarta yang telah diperoleh sebelumnya oleh Afiato (2004).

METODE

Data distribusi konsentrasi sedimen suspensi yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah merupakan data pengukuran di lapangan pada Saluran Induk Mataram Yogyakarta yang telah diperoleh sebelumnya oleh Afiato (2016). Data yang tersaji dalam Tabel 1 diperoleh berdasarkan pengukuran di lapangan dengan tampang/*section* profil saluran seperti pada Gambar 1. Pengukuran distribusi konsentrasi sedimen suspensi dilakukan pada 3 (tiga) lokasi yang berbeda dalam satu saluran yaitu Dusun Gombang, Nambongan, adalah Dusun Kutuasem, Sleman, Yogyakarta.

Gambar 1. Profil existing saluran



Tabel 1. Data Profil Penampang Saluran Induk Mataram Yogyakarta (Afiato, 2016)

Tampang	Nama Saluran/ Lokasi	Bentuk Tampang	Dinding Saluran	Tulud (1:m)	Lekar Dasar Saluran (b) m	Lekar Muka Air (B) m	Kedalaman rerata (D) m	Kemiringan muka air (Sw)
L1S1		Trapesium	Pas. Batu kali	1:2	7.2	9.5	0.82	0.000250
L1S2	Lokasi 1 Dsn. Gombang	Trapesium	Pas. Batu kali	1:2	7.2	8.9	0.75	0.000175
L1S3		Trapesium	Pas. Batu kali	1:2	7.1	7.1	1.02	0.000125
L1S4	Lokasi 2 Dsn. Nombong	Persegi	Beton	-	5.6	5.6	0.96	0.000175
L1S5		Persegi	Beton	-	5.6	5.6	1.04	0.000150
L1S6		Persegi	Beton	-	5.5	5.5	0.99	0.000120
L2S1		Trapesium	Pas. Batu kali	1:2	8.7	9.6	0.56	0.000400
L2S2	Lokasi 2 Dsn. Nombong	Trapesium	Pas. Batu kali	1:2	7.2	8.6	0.55	0.000350
L2S3		Persegi	Pas. Batu kali	1:2	8	8	0.81	0.000333
L2S4		Persegi	Beton	-	5.6	5.6	0.72	0.000425
L2S5		Persegi	Beton	-	5.5	5.5	0.94	0.000571
L2S6		Persegi	Beton	-	5.6	5.6	0.82	0.000425
L3S1		Trapesium	Pas. Batu kali	1:2	6.3	8	0.47	0.000150
L3S2		Trapesium	Pas. Batu kali	1:2	6.3	8.2	0.58	0.000200
L3S3	Lokasi 3 Dsn. Kutuasem	Trapesium	Pas. Batu kali	1:2	6.3	8.7	0.83	0.000150
L3S4		Persegi	Beton	-	6.8	6.8	0.86	0.000150
L3S5		Persegi	Beton	-	5	5	0.82	0.000200
L3S6		Persegi	Beton	-	5	5	0.95	0.000200

Pada Gambar 1 merupakan gambar *existing* kondisi profil saluran di lapangan, sedangkan Gambar 2 merupakan gambar detail profil saluran di lapangan. Warna kecoklatan pada air di saluran yang ditunjukkan pada Gambar 1 tersebut mengindikasikan bahwa aliran tersebut membawa partikel sedimen suspensi. Penentuan nilai kecepatan rata-rata kedalaman secara praktis di lapangan, dapat didekati dengan pengukuran kecepatan 1 titik, 2 titik, dan 3 titik, sebagaimana dirumuskan sebagai berikut (Kironoto, 1993):

$$\bar{U_y} = U_{0,4D} \quad (1)$$

$$\bar{U_y} = \frac{1}{2} U_{0,2D} + \frac{1}{2} U_{0,8D} \quad (2)$$

$$\bar{U_y} = \frac{1}{4} U_{0,2D} + \frac{1}{2} U_{0,4D} + \frac{1}{4} U_{0,8D} \quad (3)$$

Dimana $\bar{U_y}$ adalah kecepatan rata-rata kedalaman /vertikal (*depth-averaged velocity*), $U_{0,2D}$, $U_{0,4D}$, $U_{0,8D}$, berturut-turut adalah kecepatan rata-rata titik pada kedalaman $0,2D$, $0,4D$, dan $0,8D$ dari dasar saluran, dan D adalah kedalaman aliran. Persamaan sejenis yang digunakan untuk menentukan konsentrasi sedimen suspensi rata-rata kedalaman yang berdasarkan data pengukuran / sampel konsentrasi sedimen suspensi di 2 titik, sebagai berikut. (Straub 1945, dalam Garde dan Ranga Raju, 1977):

$$\bar{C} = \frac{3}{8} C_{0,2D} + \frac{5}{8} C_{0,8D} \quad (4)$$

$$\bar{C_y} = \int_y^D C dy / \int_y^D dy \quad (5)$$

Dimana $\bar{C_y}$ adalah konsentrasi sedimen suspensi rata-rata kedalaman / vertikal (*depth averaged concentration*) (gr/lt), $C_{0,2D}$ = konsentrasi sedimen suspensi pada

kedalaman $0,2 D$ dari dasar (gr/lt), dan $C_{0,8D}$ =konsentrasi sedimen suspensi pada kedalaman $0,8 D$ (gr/lt)

Untuk mendapatkan persamaan konsentrasi sedimen suspensi rata-rata kedalaman berdasarkan data yang diperoleh dari pengukuran sempel sedimen suspensi disejumlah titik (dalam hal ini digunakan 1, 2, dan 3 titik) dan dicoba untuk dimodifikasi berdasarkan bentuk persamaan yang telah dikenal di literatur yaitu persamaan yang digunakan untuk menentukan kecepatan rata-rata kedalaman berdasarkan 1, 2, dan 3 titik (lihat Persamaan 1, 2, dan 3). Modifikasi harus memperhatikan dan mempertimbangkan hal sebagai berikut. (Kironoto, 2007)

1. Lokasi pengambilan sampel sedimen suspensi diambil berdasarkan posisi yang sama dengan lokasi pengukuran kecepatan aliran yaitu pada kedalaman $0,2D$, $0,4D$ dan $0,8D$ dengan D merupakan kedalaman aliran.
2. Dalam pengukuran sampel sedimen suspensi 1 titik, maka persamaan sedimen suspensi rata-rata kedalaman didapatkan dengan cara mengadopsi persamaan kecepatan rata-rata 1 titik dan mengalikannya dengan suatu faktor koreksi/koefisien.
3. Untuk pengukuran sempel sedimen pada 2 titik, maka persamaan konsentrasi sedimen suspensi rata-rata kedalaman diperoleh dengan cara mengadopsi Persamaan Straub, dan mengalikannya dengan suatu faktor koreksi / koefisien.
4. Sedangkan untuk pengukuran sempel sedimen pada 3 titik, maka persamaan

konsentrasi sedimen suspensi rata-rata kedalaman didapatkan dengan cara menggabung persamaan untuk 1 dan 2 titik, sesuai dengan butir 2 dan 3 di atas, dan mengalikannya dengan suatu faktor koreksi/koefisien.

5. Untuk faktor koreksi terhadap persamaan "modifikasi/adopsi", diperoleh dari data pengukuran konsentrasi sedimen suspensi (data pengukuran lapangan), baik untuk data pengukuran di tengah saluran maupun data pengukuran di tepi saluran.

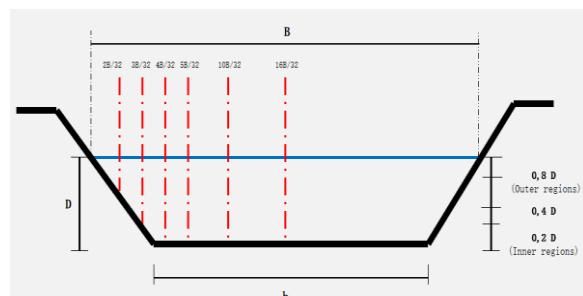
Dengan berdasarkan beberapa pertimbangan tersebut di atas, maka dapat disusun persamaan umum konsentrasi sedimen suspensi rata-rata kedalaman seperti diberikan pada Persamaan 6, 7, dan 8 berikut ini, dimana persamaan tersebut berturut-turut didasarkan pada data pengukuran 1, 2, dan 3 titik.

$$\bar{C}_y = Cte_1 \cdot C_{0,4D} \quad (6)$$

$$\bar{C}_y = Cte_2 \left(\frac{3}{8} C_{0,2D} + \frac{5}{8} C_{0,8D} \right) \quad (7)$$

$$\bar{C}_y = Cte_3 \left(\frac{3}{16} C_{0,2D} + \frac{8}{16} C_{0,4D} + \frac{5}{16} C_{0,8D} \right) \quad (8)$$

Dengan Cte_1 , Cte_2 , dan Cte_3 adalah faktor koreksi /konstanta, yang nilainya dapat diperoleh dengan berdasarkan data pengukuran di lapangan. Untuk mempermudah memahami persamaan 6, 7, 8 di atas disajikan Gambar 2.



Gambar 1. Detail profil saliran dan titik pengukuran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini nilai konsentrasi sedimen suspensi rata-rata kedalaman \bar{C}_y , dihitung berdasarkan data yang diperoleh dari pengukuran distribusi konsentrasi sedimen suspensi di lapangan dengan menggunakan Persamaan 5 di atas. Nilai tersebut selanjutnya dibandingkan dengan nilai konsentrasi sedimen suspensi rata-rata titik yaitu yang diukur berdasarkan titik $y = 0,4D$ (pengukuran 1 titik), $y = 0,2D$ dan $0,8D$ (pengukuran 2 titik), dan $y = 0,2D$, $0,4D$, dan $0,8D$ (pengukuran 3 titik) yang dituliskan seperti pada persamaan 6, 7, dan 8. Untuk mempermudah dalam membaca hasil analisis maka nilai konsentrasi sedimen suspensi rata-rata kedalaman \bar{C}_y , nilai konsentrasi sedimen suspensi rata-rata 1, 2, dan 3 titik \bar{C}_{1titik} , \bar{C}_{2titik} , \bar{C}_{3titik} , dan nilai perbandingan antara nilai konsentrasi sedimen suspensi rata-rata kedalaman dengan nilai konsentrasi sedimen suspensi rata-rata titik $\bar{C}_y/\bar{C}_{1titik}$, $\bar{C}_y/\bar{C}_{2titik}$, dan $\bar{C}_y/\bar{C}_{3titik}$ ditampilkan pada Tabel 2, 3, dan 4 dan ditunjukkan pada gambar 2, 4, dan 5 di bawah ini.

Untuk nilai konstanta Cte_1 , Cte_2 , dan Cte_3 yang diperoleh dari Persamaan 6, 7, dan 8 merupakan faktor koreksi perbandingan antara nilai konsentrasi sedimen suspensi rata-rata kedalaman dengan nilai konsentrasi sedimen suspensi rata-rata titik dengan nilai $Cte_1 = \bar{C}_y/\bar{C}_{1titik}$, $Cte_2 = \bar{C}_y/\bar{C}_{2titik}$, dan $Cte_3 = \bar{C}_y/\bar{C}_{3titik}$, yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai konsentrasi sedimen suspensi rata-rata kedalaman \bar{C}_y , dan rata-rata 1, 2, dan 3 titik \bar{C}_{1titik} , \bar{C}_{2titik} , dan \bar{C}_{3titik} untuk lokasi 1.

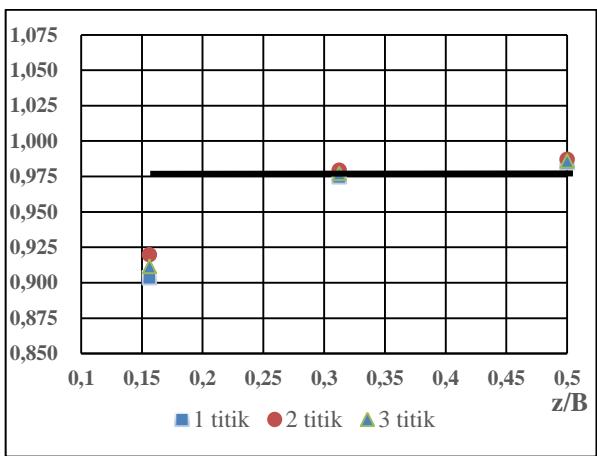
Lokasi	Running	Cy ; z/B			C 1 titik pd y =0.4D			Cy/Citik			(Cy/Citik) Rata-rata
		0.15625	0.3125	0.5	0.15625	0.3125	0.5	0.15625	0.3125	0.5	
Dsn. Gombang /Lokasi 1	L1S1	0.543	0.648	0.594	0.704	0.673	0.609	0.772	0.962	0.976	0.903
	L1S3	1.787	1.785	1.789	1.839	1.838	1.824	0.972	0.971	0.981	0.975
	L1S5	1.098	1.161	1.298	1.117	1.177	1.319	0.984	0.986	0.984	0.985
											Rata-rata 0.954
		C 2 titik pd y =0.2D dan 0.8D									
	L1S1	0.543	0.648	0.594	0.679	0.668	0.601	0.800	0.970	0.989	0.920
	L1S3	1.787	1.785	1.789	1.834	1.819	1.822	0.975	0.982	0.982	0.980
	L1S5	1.098	1.161	1.298	1.117	1.174	1.312	0.984	0.988	0.989	0.987
											Rata-rata 0.962
		C 3 titik pd y =0.2D ; 0.4D ; dan 0.8D									
Dusun Nambangan /Lokasi 2	L2S1	0.537	0.552	0.531	0.566	0.560	0.546	0.949	0.949	0.972	0.957
	L2S3	0.584	0.575	0.577	0.600	0.591	0.593	0.974	0.972	0.974	0.973
	L2S5	0.479	0.483	0.495	0.490	0.493	0.507	0.979	0.979	0.975	0.978
											Rata-rata 0.969
		C 2 titik pd y =0.2D dan 0.8D									
	L2S1	0.537	0.532	0.531	0.554	0.545	0.546	0.970	0.975	0.973	0.973
	L2S3	0.584	0.575	0.577	0.596	0.588	0.592	0.980	0.977	0.975	0.977
	L2S5	0.479	0.483	0.495	0.488	0.492	0.505	0.982	0.980	0.980	0.981
											Rata-rata 0.977
		C 3 titik pd y =0.2D ; 0.4D ; dan 0.8D									
Dusun Kutu asem /Lokasi 3	L3S1	0.207	0.214	0.180	0.234	0.229	0.195	0.885	0.938	0.922	0.915
	L3S3	0.357	0.355	0.356	0.376	0.368	0.368	0.952	0.963	0.966	0.960
	L3S6	0.643	0.635	0.649	0.704	0.688	0.708	0.912	0.922	0.917	0.917
											Rata-rata 0.931
		C 2 titik pd y =0.2D dan 0.8D									
	L3S1	0.207	0.214	0.180	0.213	0.222	0.184	0.974	0.966	0.976	0.972
	L3S3	0.357	0.355	0.356	0.364	0.360	0.363	0.981	0.986	0.981	0.982
	L3S6	0.643	0.635	0.649	0.700	0.682	0.698	0.919	0.931	0.929	0.926
											Rata-rata 0.960
		C 3 titik pd y =0.2D ; 0.4D ; dan 0.8D									
Dusun Kutu asem /Lokasi 4	L3S1	0.207	0.214	0.180	0.224	0.225	0.189	0.927	0.952	0.948	0.942
	L3S3	0.357	0.355	0.356	0.370	0.364	0.366	0.966	0.974	0.973	0.971
	L3S6	0.643	0.635	0.649	0.702	0.685	0.703	0.915	0.927	0.923	0.922
											Rata-rata 0.945

Tabel 3. Nilai konsentrasi sedimen suspensi rata-rata kedalaman \bar{C}_y , dan rata-rata 1, 2, dan 3 titik \bar{C}_{1titik} , \bar{C}_{2titik} , dan \bar{C}_{3titik} untuk lokasi 2

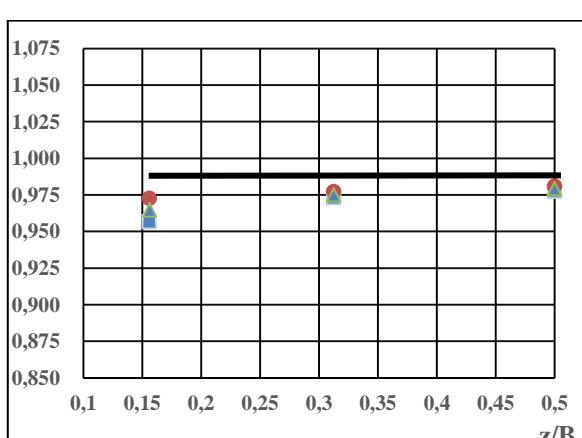
Lokasi	Running	Cy ; z/B			C 1 titik pd y =0.4D			Cy/Citik			(Cy/Citik) Rata-rata
		0.15625	0.3125	0.5	0.15625	0.3125	0.5	0.15625	0.3125	0.5	
Dusun Nambangan /Lokasi 2	L2S1	0.537	0.552	0.531	0.566	0.560	0.546	0.949	0.949	0.972	0.957
	L2S3	0.584	0.575	0.577	0.600	0.591	0.593	0.974	0.972	0.974	0.973
	L2S5	0.479	0.483	0.495	0.488	0.492	0.505	0.982	0.980	0.980	0.981
											Rata-rata 0.977
		C 2 titik pd y =0.2D dan 0.8D									
	L2S1	0.537	0.532	0.531	0.554	0.545	0.546	0.970	0.975	0.973	0.973
	L2S3	0.584	0.575	0.577	0.596	0.588	0.592	0.980	0.977	0.975	0.977
	L2S5	0.479	0.483	0.495	0.488	0.492	0.505	0.982	0.980	0.980	0.981
											Rata-rata 0.977
		C 3 titik pd y =0.2D ; 0.4D ; dan 0.8D									
Dusun Kutu asem /Lokasi 3	L3S1	0.207	0.214	0.180	0.213	0.222	0.184	0.974	0.966	0.976	0.972
	L3S3	0.357	0.355	0.356	0.364	0.360	0.363	0.981	0.986	0.981	0.982
	L3S6	0.643	0.635	0.649	0.700	0.682	0.698	0.919	0.931	0.929	0.926
											Rata-rata 0.960
		C 2 titik pd y =0.2D dan 0.8D									
	L3S1	0.207	0.214	0.180	0.224	0.225	0.189	0.927	0.952	0.948	0.942
	L3S3	0.357	0.355	0.356	0.370	0.364	0.366	0.966	0.974	0.973	0.971
	L3S6	0.643	0.635	0.649	0.702	0.685	0.703	0.915	0.927	0.923	0.922
											Rata-rata 0.945
		C 3 titik pd y =0.2D ; 0.4D ; dan 0.8D									

Tabel 5. Rekapitulasi Nilai $Cte1 = \bar{C}_y / \bar{C}_{1titik}$, $Cte2 = \bar{C}_y / \bar{C}_{2titik}$, dan $Cte3 = \bar{C}_y / \bar{C}_{3titik}$

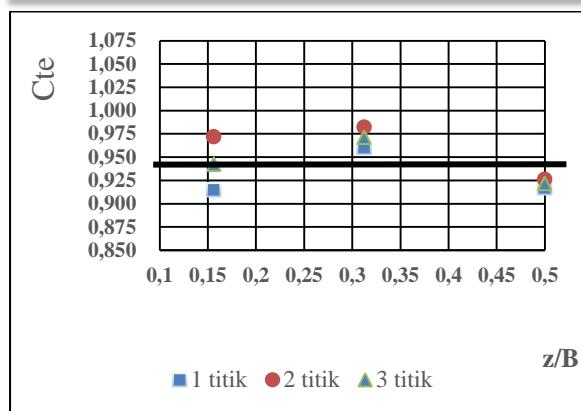
Kelompok Data	Pengukuran 1 titik $Cte1 = Cy / C1titik$	Pengukuran 2 titik $Cte2 = Cy / C2titik$	Pengukuran 3 titik $Cte3 = Cy / C3titik$
Lokasi 1	0.954	0.962	0.958
Lokasi 2	0.969	0.977	0.973
Lokasi 3	0.931	0.960	0.945
Penyimpangan/ Error (%)	4.865	3.357	4.127



Gambar 3. Perbandingan nilai konsentrasi sedimen suspensi rata-rata kedalaman dengan rata-rata titik $Cte = \bar{C}_y / \bar{C}_{titik}$ pada arah transversal z/B (lokasi 1)



Gambar 4. Perbandingan nilai konsentrasi sedimen suspensi rata-rata kedalaman dengan rata-rata titik $Cte = \bar{C}_y / \bar{C}_{titik}$ pada arah transversal z/B (lokasi 2)



Gambar 5. Perbandingan nilai konsentrasi sedimen suspensi rata-rata kedalaman dengan rata-rata titik $Cte = \bar{C}_y/\bar{C}_{titik}$ pada arah transversal z/B (lokasi 3)

Berdasarkan hasil analisis yang diberikan pada Tabel 2, 3, 4, dan 5 serta Gambar 3, 4, dan 5 bahwa nilai $Cte1 = \bar{C}_y/\bar{C}_{1titik}$, $Cte2 = \bar{C}_y/\bar{C}_{2titik}$, dan $Cte3 = \bar{C}_y/\bar{C}_{3titik}$ berkisar antara 0,931-0,977. Melihat nilai besarnya konstanta Cte yang mendekati nilai 1 (satu), dengan mengambil nilai konstanta $Cte1 \approx Cte2 \approx Cte3 \approx 1$, maka nilai penyimpangan yang terjadi relatif kecil, yaitu sebesar 0 – 4.865% (lihat Tabel 5). Sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 3, 4, dan 5 bahwa nilai konstanta pada pengukuran 1 titik, 2 titik dan 3 titik $Cte1 = \bar{C}_y/\bar{C}_{1titik}$, $Cte2 = \bar{C}_y/\bar{C}_{2titik}$, dan $Cte3 = \bar{C}_y/\bar{C}_{3titik}$ adalah relatif konstan pada arah transversal z/B . Maka berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa Persamaan 6, 7, dan 8 tetap dapat digunakan baik untuk data di tengah maupun di tepi saluran pada aliran dipercepat.

Berdasarkan hasil analisis pada penelitian ini, maka dengan mengambil nilai $Cte1 \approx Cte2 \approx Cte3 \approx 1$, Persamaan 6, 7,

dan 8 dapat dituliskan kembali sebagai berikut.

$$\bar{C}_y = (0,93 - 1) \cdot C_{0,4D} \approx C_{0,4D} \quad (9)$$

$$\bar{C}_y = (0,93 - 1) \left(\frac{3}{8} C_{0,2D} + \frac{5}{8} C_{0,8D} \right) \approx \left(\frac{3}{8} C_{0,2D} + \frac{5}{8} C_{0,8D} \right) \quad (10)$$

$$\bar{C}_y = (0,93 - 1) \left(\frac{3}{16} C_{0,2D} + \frac{8}{16} C_{0,4D} + \frac{5}{16} C_{0,8D} \right) \approx \left(\frac{3}{16} C_{0,2D} + \frac{8}{16} C_{0,4D} + \frac{5}{16} C_{0,8D} \right) \quad (11)$$

Dengan nilai \bar{C}_y merupakan nilai konsentrasi sedimen suspensi rata-rata kedalaman (*depth-averaged suspended sediment concentration*) sedangkan nilai \bar{C}_{1titik} , \bar{C}_{2titik} , \bar{C}_{3titik} berturut-turut merupakan nilai konsentrasi sedimen suspensi rata-rata 1 titik pada $y = 0,4D$, rata-rata 2 titik pada $y = 0,2D$ dan $0,8D$, dan rata-rata 3 titik pada $y = 0,2D$, $0,4D$ dan $0,8D$ yang diukur dari dasar saluran, dimana nilai D adalah kedalaman saluran.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap data distribusi konsentrasi sedimen suspensi, yang berupa analisis konsentrasi sedimen suspensi rata-rata kedalaman (*depth-averaged suspended sediment concentration*) dan analisis data konsentrasi sedimen suspensi rata-rata 1 titik, 2 titik dan 3 titik, \bar{C}_{1titik} , \bar{C}_{2titik} , \bar{C}_{3titik} yang diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

- Nilai konsentrasi sedimen suspensi rata-rata kedalaman (*depth-averaged suspended sediment concentration*) dapat didekati dengan melakukan pengukuran konsentrasi sedimen suspensi rata-rata titik pada $y = 0,4D$, rata-rata 2 titik pada y

- = 0,2D dan 0,8D, dan rata-rata 3 titik pada $y = 0,2D, 0,4D$ dan $0,8D$.
2. Perbandingan antara nilai konsentrasi sedimen suspensi rata-rata kedalaman dengan nilai konsentrasi sedimen suspensi rata-rata titik yang disebut nilai faktor koreksi $Cte1 = \bar{C}_y/\bar{C}_{1titik}$, $Cte2 = \bar{C}_y/\bar{C}_{2titik}$, dan $Cte3 = \bar{C}_y/\bar{C}_{3titik}$ memiliki nilai yang bervariasi berkisar antara 0,93-0,977 baik untuk data pengukuran di tengah maupun di tepi saluran (tidak bervariasi terhadap posisi arah transversal z/B).
3. Nilai konsentrasi sedimen suspensi rata-rata kedalaman yang ditentukan menggunakan Persamaan 9, 10, dan 11 masih dapat diandalkan untuk aliran dipercepat, dikarenakan memiliki nilai faktor koreksi yang mendekati 1 (satu), $Cte_1 \approx Cte_2 \approx Cte_3 \approx 1$.

- Garde, R. J., & Raju, K. R. (2000). Mechanics of sediment transportation and alluvial stream problems. Taylor & Francis.
- Kironoto, B. A. (1993). Turbulence characteristics of uniform and non-uniform, rough open-channel flow (No. THESIS). EPFL.
- Kironoto, B. A., Andoyono, T., Yustiana, F., & Muharis, C. (2004). Kajian Metode Pengambilan Sampel Sedimen Suspensi Sebagai Dasar Penentuan Debit Sedimen Pada Saluran Terbuka. Penelitian Hibah Bersaing XII/1-Th. Anggaran.
- Kironoto, B. A. (2007). Kajian Lokasi Pengambilan Sampel Sedimen Suspensi Arah Transversal Terhadap Nilai Konsentrasi Sedimen Suspensi Rata-Rata Tampang (Perbandingan Data Pengukuran Laboratorium Dan Lapangan).
- Wren, D. G. (2000). Studies in suspended sediment and turbulence in open channel flows. The University of Mississippi.

DAFTAR PUSTAKA

- Afiato, E. N. (2016). Distribusi Kecepatan Aliran Dan Konsentrasi Sedimen Suspensi Pada Aliran Tidak Seragam (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Atmodjo, U. S. (2001). Distribusi sedimen suspensi pada aliran seragam saat awal gerak butiran sedimen dasar (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Fugate, D. C., & Friedrichs, C. T. (2002). Determining concentration and fall velocity of estuarine particle populations using ADV, OBS and LISST. *Continental Shelf Research*, 22(11-13), 1867-1886.
- Galappatti, G., & Vreugdenhil, C. B. (1985). A depth-integrated model for suspended sediment transport. *Journal of Hydraulic Research*, 23(4), 359-377.