

Analisis Kualitas Air dan Angkutan Sedimen pada Sungai Code Hulu

Analysis of River Water Quality and Sediment Transport in the Upstream of Code River

Reni Kurniati, Jazaul Ikhsan

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Sungai Code merupakan salah satu jalur dari banjir lahar dingin Gunung Merapi yang melintasi pusat Kota Yogyakarta. Material erupsi Gunung Merapi yang terbawa oleh banjir lahar dingin mempengaruhi proses sedimentasi. Sepanjang daerah aliran sungai pada Sungai Code, bangunan didominasi oleh bangunan komersial dan wilayah padat penduduk. Kualitas air pada Sungai Code dipengaruhi oleh bangunan-bangunan sepanjang DAS yang membuang limbah langsung ke sungai, oleh sebab itu perlu diketahui status mutu air pada Sungai Code. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana kualitas air pada Sungai Code, serta besarnya angkutan sedimen dan dampaknya terhadap daerah sempadan pada Sungai Code Hulu. Metode yang digunakan dalam penentuan kualitas air adalah metode indeks pencemar dan NSF-WQI, sedangkan penentuan angkutan sedimen adalah metode Frijlink, Meyer Petter Muller dan Einstein. Hasil penelitian kualitas air pada Sungai Code Hulu, menurut metode indeks pencemar rentang nilai IP yang didapat sebesar 5-16 dengan status mutu air adalah cemar sedang dan cemar berat, sedangkan menurut NSF WQI nilai berada pada rentang 48-56 dengan status mutu air adalah sedang ke buruk. Hasil penelitian angkutan sedimen pada Sungai Code Hulu untuk setiap piasnya, menurut metode Frijlink angkutan sedimen yang terjadi sebesar 19,79 – 85,43 m³/hari, dan metode MPM sebesar 15,06 – 77,23 m³/hari, sedangkan metode Einstein sebesar 8,89 – 70,36 m³/hari.

Kata-kata kunci : Sungai Code, Angkutan Sedimen, Kualitas Air.

Abstract. The Code River is one of the pathways from the cold lava flood of Mount Merapi that crosses the center of Yogyakarta City. The eruption material from Mount Merapi was carried by cold lava floods affected the sedimentation process. Along the watershed of the Code River, buildings are dominated by commercial buildings and densely populated areas. Water quality in the Code River is caused by buildings along the watershed that throw waste directly into the river, therefore it is necessary to know the status of water quality on the Code River. This research was conducted to find out how the water quality in the Code River, and the amount of sediment transport and its impact on the upstream area of the Code River. Methods used in determination of water quality is pollutant index and NSF-WQI method, while the determination of sediment transport, the method used is the Frijlink method, Meyer Petter Muller and Einstein. The result of water quality research on the upstream Code River, according to the pollutant index method, the value obtained is 5-16, with the status of water quality is medium polluted and heavily polluted. Whereas according to NSF WQI, the value is at the range of 48-56 with the status of water quality is medium to bad. The results of sediment transport research, according to the Frijlink method the sediment transport occurred is 19.79 – 85.43 m³/day, and the MPM method is 15.06 - 77.23 m³/day, whereas Einstein's method is 8.89 – 70.36 m³/day.

Keywords : Code River, Sediment Transport, Water Quality

1. Pendahuluan

Sungai merupakan sumber kehidupan yang berfungsi sebagai sumber air, rekreasi, irigasi, transportasi dan sebagainya. Sungai Code merupakan salah satu jalur dari banjir lahar dingin Gunung Merapi dan termasuk ke dalam sungai utama DAS Opak yang melintasi pusat Kota Yogyakarta. Banyaknya bangunan komersial dan wilayah padat penduduk di sepanjang daerah aliran Sungai Code menjadi

penyebab utama turunnya kualitas air pada sungai, pembuangan limbah padat dan cair mempengaruhi pada status kualitas air di Sungai Code. Dan besarnya sedimentasi yang disebabkan oleh banjir lahar dingin di khawatirkan akan membawa dampak yang besar di masa yang akan datang di sepanjang daerah aliran Sungai Code. Diketahui menurut Ikhsan dan Fahmi (2015), kerusakan banjir lahar dingin pada jalur Sungai Opak dapat

mengakibatkan perubahan pada alur sungai dan ekosistem di sekitarnya.

Menurut Arfan dan Sutjiningsih (2018), perubahan tata guna lahan menjadi bangunan komersial, perumahan dan area irigasi yang tidak terkelola akan menghasilkan limbah buangan yang mengakibatkan penurunan kualitas air. Banyaknya limbah pada sungai akan mengakibatkan pencemaran dan dampak negatif yang sangat besar terhadap kualitas air dan kehidupan ekosistem (Triaji, 2017). Kerusakan lingkungan dapat disebabkan oleh bertambahnya jumlah penduduk dan meningkatnya aktivitas masyarakat (Sutamihardja, 2018). Penurunan kualitas air dapat ditentukan menggunakan metode *National Sanitation Foundation Water Quality index* (NSF-WQI) berdasarkan 9 parameter kualitas air, seperti temperatur, BOD, DO, total fosfat, nitrat, kekeruhan, total solid, pH dan fecal coliform (Effendi *et al.* 2015). Penentuan status kualitas air juga dapat ditentukan menggunakan peraturan KMNLH No.115 tahun 2003 dengan metode storet dan indeks pencemar, akan tetapi, metode tersebut menurut BLH DIY perlu dilakukan tinjauan ulang karena hasil yang diberikan kurang sesuai dengan kondisi asli di lapangan (Muslimin & Saraswati. 2013). Hou *et al.* (2016) menjelaskan bahwa pemakaian dari metode *Water Quality Index* diharapkan sebagai alat untuk membantu masyarakat membuat keputusan evaluasi dari kualitas air untuk air minum.

Proses sedimentasi adalah tanah yang terbawa oleh aliran air dan mengendap pada suatu tempat karena kecepatan aliran melambat atau terhenti. Debit aliran merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses sedimentasi, semakin rendah debit aliran maka angkutan sedimen menjadi sedikit, sedangkan semakin tinggi debit aliran maka muatan angkutan sedimen semakin tinggi (Sembiring *et al.*, 2014). Menurut Sudira *et al.* (2013), proses sedimentasi meliputi proses erosi, transportasi dan pengendapan serta pemadatan oleh sedimen itu sendiri. Menurut Kusnan dalam Pangestu dan Haki, (2013), besar volume sedimen bergantung pada perubahan kecepatan aliran, dikarenakan perubahan pada musim kemarau dan penghujan, dan adanya

perubahan yang dipengaruhi oleh aktivitas manusia sendiri. Usman (2014) menjelaskan bahwa pengertian dari sedimentasi adalah proses dari pengendapan material yang diangkut oleh air, angin, es atau gletser. Jika kapasitas sedimen yang masuk pada suatu penampang sama dengan jumlah yang keluar maka sungai akan disebut seimbang (Sa'ud, 2018).

Penelitian analisis kualitas air dan angkutan sedimen dilakukan untuk mengetahui status kualitas air pada Sungai Code Hulu menggunakan metode indeks pencemar dan NSF-WQI, dan pengaruh limbah tersebut terhadap kualitas air pada Sungai Code Hulu. Sedangkan analisis angkutan sedimen dilakukan untuk mengetahui nilai angkutan sedimen yang terjadi dan bagaimana pengaruhnya terhadap daerah sempadan sungai.

2. Dasar Teori

Kualitas Air

Penentuan kualitas air dapat dilakukan dengan berbagai metode dan peraturan-peraturan yang ditetapkan. Analisis kualitas air dilakukan untuk mengetahui kondisi air sungai yang diteliti dengan mengetahui status mutu airnya. Penentuan status mutu air dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode indeks pencemar KMNLH No.15 tahun 2003 dan NSF-WQI, persamaan yang digunakan dalam analisis perhitungan dari kedua metode sebagai berikut :

1. Indeks Pencemar KMNLH No.15 tahun 2003

$$PIj = \sqrt{\frac{(Ci/L_{ij})_M^2 + (Ci/L_{ij})_R^2}{2}}$$

Keterangan :

PIj = Nilai indeks pencemar

$(Ci/L_{ij})_M$ = Nilai maksimum Ci/L_{ij}

$(Ci/L_{ij})_R$ = Nilai rata-rata Ci/L_{ij}

Kriteria status mutu air menurut metode indeks pencemar adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Hubungan nilai IP dengan status mutu air

Nilai IP	Kriteria
0 – 1,0	Kondisi baik
1,0 – 5,0	Cemar ringan
5,0 – 10	Cemar sedang
> 10	Cemar berat

2. NSF-WQI

$$WQI = \sum_{i=1}^n W_i q_i$$

Keterangan :

WQI = Nilai kualitas air

W_i = Bobot parameter

q_i = Nilai q awal parameter

Kriteria status mutu air menurut metode indeks pencemar adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Kriteria nilai indeks kualitas air NSF-WQI

Nilai NSF-WQI	Kriteria
0 – 25	Sangat Buruk
26 – 50	Buruk
51 – 70	Sedang
71 – 90	Baik
91 - 100	Sangat baik

Angkutan Sedimen

Analisis perhitungan angkutan sedimen dasar dapat menggunakan berbagai metode, namun dalam penelitian ini metode yang digunakan untuk analisis angkutan sedimen dasar adalah metode Frijlink 1952, metode Meyer Petter Muler 1948 dan metode Einstein 1950. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Metode Frijlink 1952

$$T_b = dm \cdot \sqrt{g \cdot \mu \cdot R \cdot I} \cdot 5e^{-0,27 \frac{\Delta dm}{\mu \cdot R \cdot I}}$$

Keterangan :

T_b = Angkutan sedimen ($m^3/m.s$)

dm = Diameter butiran (D50)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

R = Jari-jari hidraulik (m)

I = Kemiringan saluran

γ_w = Rapat massa air (kg/m^3)

γ_s = Rapat massa sedimen (kg/m^3)

μ = *Ripple Factor*

$$\Delta = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{\gamma_w}$$

2. Metode Meyer Petter Muler 1948

$$\gamma_w \cdot \frac{Q_s}{Q} \cdot \left(\frac{K_s}{K_r} \right)^{\frac{3}{2}} \cdot h \cdot I = A'' \cdot \gamma_s'' \cdot dm + B'' \left(\frac{\gamma_w}{g} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot g_s''^{\frac{2}{3}}$$

Keterangan :

g_s'' = Angkutan sedimen didalam air ($Kg/m.detik$)

A'' = 0,047

B'' = 0,25

γ_s'' = $\gamma_s - \gamma_w$

I = Kemiringan saluran

dm = Diameter butiran , D50- D60

Q_s/Q = R_b/h

K_s/K_r = *Ripple Factor*

3. Metode Einstein 1950

$$i_{BQB} = \phi_* \cdot i_b \cdot \gamma_s \cdot (g \cdot D)^{\frac{3}{2}} \left(\frac{\gamma_s - \gamma_w}{\gamma_w} \right)^{\frac{1}{2}}$$

i_B = Bagian bebas alas dengan ukuran butiran tertentu

q_B = Laju beban alas dalam berat per satuan waktu dan per satuan lebar alur ($Kg/m.s$)

i_b = Fraksi ukuran butir tertentu

D = Diameter butir ukuran tertentu. (m)

3. Metode Penelitian

Lokasi penelitian berada di Sungai Code Hulu, dimana lokasi terbagi menjadi tiga titik tinjauan/penelitian, yaitu pias Jembatan Kamdanen, pias Jembatan Plemburan dan pias Jembatan Ringroad Al-Azhar.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Dari survey lapangan di ke tiga titik pengujian, didapatkan sampel air dan sampel sedimen, serta data-data pengukuran lainnya. Data-data yang didapatkan selama penelitian sebagai berikut :

Hidrometri

Hidrometri adalah ilmu pengukuran sungai di lapangan, data pengukuran yang di dapatkan adalah kecepatan arus sungai, lebar sungai, kedalaman sungai, jari –jari hidraulik, *slope* dan debit sungai. Langkah –langkah pengukuran sungai pada penelitian ini mengikuti prosedur pengukuran sungai dalam buku Bambang Triatmodjo Hidrologi Terapan tentang hidrometri sungai..

Pengujian laboratorium kualitas air

Hasil pengujian analisis kualitas air pada pias Sungai Code Hulu, adalah nilai kualitas air dari masing-masing parameter, Pengujian analisis kualitas air diketahui menggunakan standar dan peraturan yang berlaku untuk

setiap parameter, nilai kualitas air didapatkan dari pengujian di BBTKL PP DIY. Data kemudian dibandingkan dengan baku mutu air PP RI No.82 Tahun 2001 tiap parameter.

Berat Jenis

Data yang didapatkan selama pengujian berat jenis adalah nilai berat jenis dan jenis tanah dari sedimen yang diambil di lapangan. Dari nilai berat jenis tanah kemudian didapatkan nilai rapat massa sedimen, dimana nilai tersebut digunakan dalam perhitungan angkutan sedimen. Pengujian berat jenis yang dilakukan sesuai dengan standar dari ASTM D 854-10.

Gradasi butiran

Hasil pengujian dari analisis gradasi butiran didapatkan nilai persentase lolos saringan dan nilai diameter median dari persentase lolos saringan 90%, 65%, 50 % dan 35%. Pengujian dilakukan menggunakan standar dari SNI 03-1968-1990.

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Data yang didapatkan selanjutnya dilakukan analisis perhitungan menggunakan metode yang telah ditentukan, sehingga

didapatkan hasil penelitian dari ke tiga pias di Sungai Code Hulu. Hasil penelitian adalah sebagai berikut :

Kualitas air

Metode Indeks Pencemar

Tabel 3. Status mutu air pada Sungai Code Hulu metode indeks pencemar

No	Parameter	Jembatan Kamdanen				Jembatan Plemburan				Jembatan Ringroad Al-Azhar			
		Ci	Lix	Ci/Lix	Ci/Lix b	Ci	Lix	Ci/Lix	Ci/Lix b	Ci	Lix	Ci/Lix	Ci/Lix b
1	Temperatur	27				26				26			
2	Kekeruhan	1,4	5	0,28	0,28	2	5	0,4	0,40	2	5	0,4	0,40
3	DO	7,6	6	0,1	0,10	7,4	6	0,108	0,11	7,4	6	0,11	0,11
4	BOD	0,2	2	0,1	0,10	5,7	3	1,9	2,39	0,3	2	0,15	0,15
5	pH	7,9	6-8,5	0,52	0,52	7,8	6-8,5	0,44	0,44	7,8	6-8,5	0,44	0,44
6	TDS	89	1000	0,09	0,09	109	1000	0,109	0,11	115	1000	0,12	0,12
7	Total Fosfat	0,194	0,2	0,97	0,97	0,234	0,2	1,17	1,34	0,398	0,2	1,99	2,49
8	Nitrat	3,87	10	0,39	0,39	5,56	10	0,556	0,56	6,73	10	0,67	0,67
9	Fecal Coliform	46000	2000	23	7,81	240×10 ⁵	2000	12000	21,40	46×10 ⁵	2000	2300	17,81
	Ci/Lix Rata-rata				1,28				3,34				2,77
	Ci/Lix Maksimum				7,81				21,40				17,81
	Indeks Pencemar				5,60				15,31				12,74
	Nilai status air				Cemar sedang				Tercemar				Tercemar

Dari tabel diketahui status mutu air pada Sungai Code pias Jembatan Kamdanen adalah cemar sedang dengan kelas sungai kelas III, sedangkan pada pias Jembatan Plemburan dan Jembatan Al-Azhar status mutu air adalah cemar berat dengan kelas sungai adalah kelas IV. Pias Jembatan Plemburan memiliki nilai IP tertinggi, hal ini dikarenakan sepanjang pias

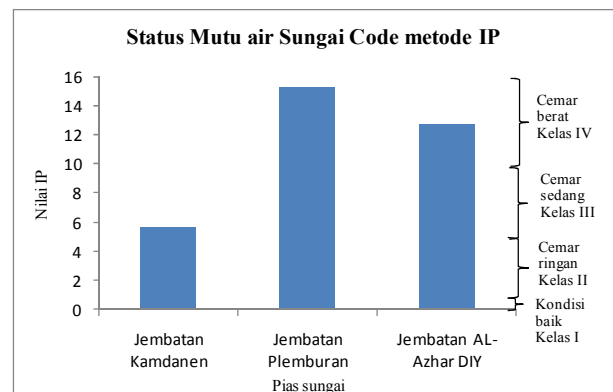
Jembatan Plemburan terdapat wilayah padat penduduk, sedangkan pada pias Jembatan Ringroad Al-Azhar nilai kembali mengecil, dikarenakan selama perjalanan dari pias Jembatan Plemburan menuju Jembatan Al-Azhar terdapat pengenceran untuk beberapa parameter sehingga mengurangi nilai pencemar.

Metode NSF-WQI

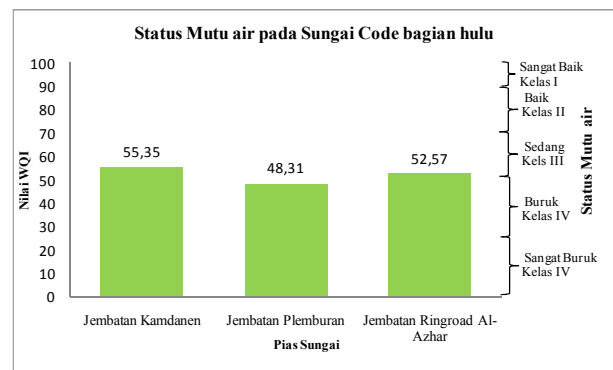
Tabel 4. Status mutu air pada Sungai Code Hulu metode indeks pencemar

No	Parameter	Satuan	Wi	J. Kamdanen			J.Plemburan			J.Ringroad Al-Azhar		
				Hasil uji	qi	WQI	Hasil uji	qi	WQI	Hasil uji	qi	WQI
1	Temperatur	(°c)	0,1	27	15	1,5	26	13	1,3	26	13	1,3
2	Kekeruhan	NTU	0,08	1,4	96	7,68	2	93	7,44	2	93	7,44
3	DO	mg/L	0,17	7,6	5	0,85	7,4	5	0,85	7,4	5	0,85
4	BOD	mg/L	0,11	0,2	99	10,89	5,7	51	5,61	0,3	98	10,78
5	pH		0,11	7,9	89	9,79	7,8	91	10,01	7,8	91	10,01
6	TDS	mg/L	0,07	89	86	6,02	109	82	5,74	115	79	5,53
7	Total Fosfat	mg/L	0,1	0,194	93	9,3	0,234	94	9,4	0,398	90	9
8	Nitrat	mg/L	0,1	3,87	90	9	5,56	78	7,8	6,73	75	7,5
9	Fecal Coliform	mg/L	0,16	46000	2	0,32	240×10 ⁵	1	0,16	46×10 ⁵	1	0,16
Jumlah				55,35			48,31			52,57		
Nilai Status				Sedang			Buruk			sedang		

Status mutu air pada Sungai Code Hulu menurut metode NSF-WQI ialah semakin tinggi nilai WQI yang didapat semakin baik kualitas airnya, berkebalikan dengan metode sebelumnya yaitu indeks pencemar. Pada tabel di atas, nilai WQI pada tiap pias sungai berada di antara rentang 48-56, nilai WQI dari tiap piasnya memiliki nilai yang berdekatan namun status yang didapat berbeda. Pada pias Jembatan Kamdanen dengan nilai WQI sebesar 55,35 didapatkan status mutu air adalah sedang dengan kelas sungai adalah kelas III, dan pada pias Jembatan Plemburan status mutu air menurun menjadi buruk dengan nilai WQI sebesar 48,31 dengan kelas sungai kelas IV, sedangkan status mutu air kembali naik pada pias Jembatan Ringroad Al-Azhar dengan nilai 52,57 dan kelas sungai kelas III. Nilai kualitas air yang didapatkan jika dibandingkan dengan kondisi lapangan pada Sungai Code Hulu mendekati. Di lapangan, kualitas air yang paling buruk berada di titik ke dua yaitu pias Jembatan Plemburan, dikarenakan banyaknya sampah yang mengapung dan bau air yang bercampur dengan bau kamar mandi dan kotoran ternak. Status mutu air sungai dan kelas sungai dari ke dua metode pada Sungai Code Hulu adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Diagram status mutu air Sungai Code Hulu metode IP



Gambar 3. Diagram status mutu air Sungai Code Hulu metode NSF-WQI

Tabel 5. Status mutu air dan kelas sungai pada Sungai Code Hulu

No	Titik Tinjauan	Nilai IP	Status	Kelas	NSF-WQI	Status	Kelas
1	J. Kamdananen	5,60	Cemar sedang	Kelas III	55,35	Sedang	Kelas III
2	J. Plemburan	15,3	Cemar berat	Kelas IV	48,31	Buruk	Kelas IV
3	J.AL-Azhar	12,7	Cemar berat	Kelas IV	52,57	sedang	Kelas III

Kesimpulan dari analisis kualitas air menggunakan metode indeks pencemar dan NSF-WQI adalah adanya penurunan status mutu air hingga status tertentu. Pada pias Jembatan Kamdananen dan pias Jembatan Plemburan status mutu air adalah cemar sedang/sedang dan cemar berat/buruk, penyebab penurunan status mutu air disebabkan oleh limbah yang dibuang ke sungai dari wilayah padat penduduk sepanjang pias Jembatan Kamdananen menuju Jembatan Plemburan, limbah yang dibuang berupa limbah padat yaitu sampah dan limbah cair yaitu air kotor kamar mandi yang dibuang langsung ke sungai melalui pipa ataupun cairan kotoran ternak dari kandang ayam dan sebagainya. Pada titik pengambilan sampel di Jembatan Plemburan, terdapat tumpukan sampah mengapung dan terbawa aliran sungai serta menumpuk di bantaran sungai. Sepanjang pias, sungai termasuk dalam kategori kelas sungai kelas III dan kelas IV menurut kelas sungai PP No.82 tahun 2001, yaitu diperuntukan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air pengairan tanaman, dan

atau peruntukan yang lain dengan syarat mutu air sama dengan kegunaan tersebut.

Sedangkan pada pias Jembatan Ringroad Al-Azhar, status mutu air yaitu cemar berat menurut NSF-WQI dan sedang menurut indeks pencemar dengan kelas sungai Kelas IV dan kelas III, akan tetapi nilai kualitas air yang didapatkan dari perhitungan mengalami kenaikan dari pias Jembatan Plemburan dikarenakan selama perjalanan diduga ada pengenceran pada parameter tertentu.



Gambar 4. Tumpukan sampah pada Jembatan Plemburan Sungai Code.

Angkutan Sedimen

Tabel 6. Analisis angkutan sedimen pada Sungai Code Hulu metode Einstein

Keterangan	Jembatan Kamdananen			Jembatan Plemburan			Jembatan Ringroad Al-Azhar		
	d1	d2	d3	d1	d2	d3	d1	d2	d3
D (m)	0,02262	0,001059	0,00014	0,01429	0,00106	0,0001	0,01429	0,001059	0,000141
Ib (%)	14,4	29,2	56,4	22	49,267	28,73	11,2333	52,267	36,5
Rb' (m)	0,0048	0,0048	0,0048	0,0099	0,0099	0,0099	0,0027	0,0027	0,0027
ξ	1	1	14	1	1	35	1	1	25
Y	0,75	0,75	0,75	0,55	0,55	0,55	0,75	0,75	0,75
ψ	278,206	13,0192	24,274	100,87	7,471	71,83	229,133	19,1	63,47
ϕ	0	0,05	0,001	0	0,060	0	0	0,005	0
ibqb (Kg/m.s)	0	0,0539	0,000101	0	0,108	0	0	0,009573	0
ibqb total (Kg/m.s)	0,054			0,108			0,00957		
ibqb x B (Kg/s)	0,540			1,358			0,17231		
vol ibqb (m ³ /s)	0,000320254			0,001			0,00010		
ibqb hari (m ³ /hari)	27,670			70,363			8,891		

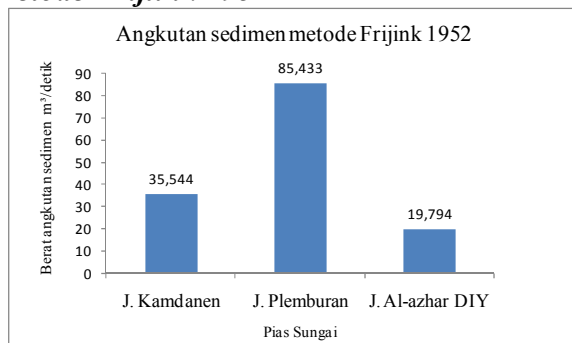
Tabel 7. Analisis angkutan sedimen pada Sungai Code Hulu metode Frijlink

Diketahui	Satuan	Jembatan Kamdanen	Jembatan Plemburan	Jembatan Al-Azhar
g	m/s ²	9,81	9,81	9,81
Dm (D90)	m	0,025	0,019	0,012
Dm (D50)	m	0,00033	0,00069	0,00052
Rb	m	1,228	1,154	2,070
B	m	10	12,6	18
Slope (I)		0,016596973	0,016596973	0,020257526
V	m/s	0,360	0,481	0,247
γ_w	kg/m ³	1000	1000	1000
γ_s	kg/m ³	2684,6	2667,2	2674,4
Δ		1,685	1,667	1,674
C		2,521	3,476	1,207
C'		49,867	51,530	59,686
μ		0,01137	0,0175	0,0029
Tb	m ³ /m.detik	0,000041	0,000078	0,000013
Tb*B	m ³ /detik	0,000411389	0,000988809	0,000229098
Tb/hari	m ³ /hari	35,544	85,433	19,794

Tabel 8. Analisis angkutan sedimen pada Sungai Code Hulu metode MPM

Keterangan	Satuan	Jembatan Kamdanen	Jembatan Plemburan	Jembatan Al-Azhar
Qs/Q		2,046	2,134	3,415
Ks	m ^{1/3} /s	2,436	3,394	1,069
Kr	m ^{1/3} /s	48,082	50,332	54,339
μ		0,051	0,0674	0,019677
gs''	Kg/m.s	0,074	0,1183	0,016213
qs	m ² /s	0,000044	0,000071	0,000010
Tb (Qs)	m ³ /detik	0,000441	0,000894	0,000174
Tb hari	m ³ /hari	38,069	77,230	15,059

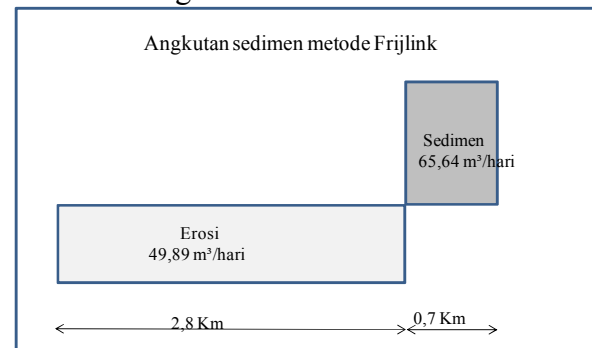
Metode Frijlink 1952



Gambar 5. Diagram angkutan sedimen pada Sungai Code Hulu metode Frijlink

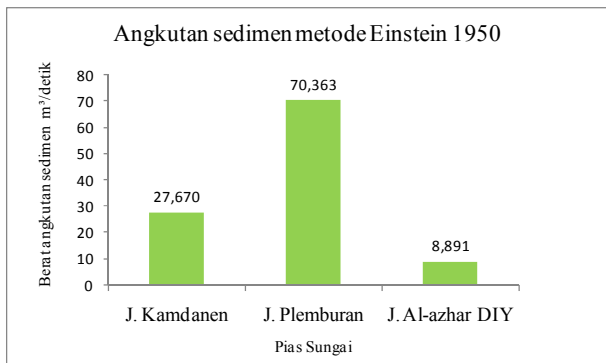
Diketahui dari hasil analisis perhitungan, nilai angkutan sedimen yang paling banyak terdapat pada pias Jembatan Plemburan, hal ini menandakan bahwa sepanjang pias dari Jembatan Kamdanen ke Jembatan Plemburan adanya penambahan angkutan sedimen yang berasal dari erosi dasar sungai sebesar 49,89 m³/hari. Sedangkan pada pias Jembatan

Ringroad Al-Azhar nilai angkutan sedimen menurun, hal ini menandakan adanya pengurangan jumlah angkutan sedimen dikarenakan sedimentasi sebesar 65,64 m³/hari sepanjang pias Jembatan Plemburan ke Jembatan Ringroad Al-Azhar.



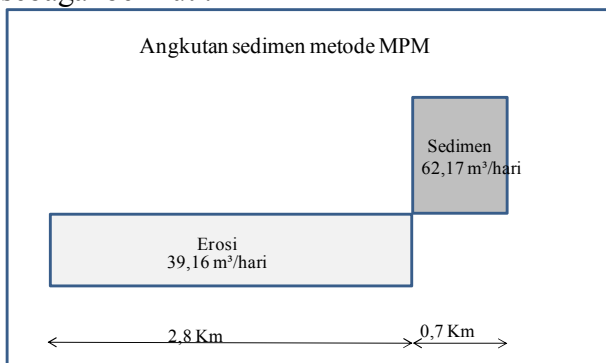
Gambar 6. Ilustrasi angkutan sedimen metode Frijlink

Metode Einstein 1950



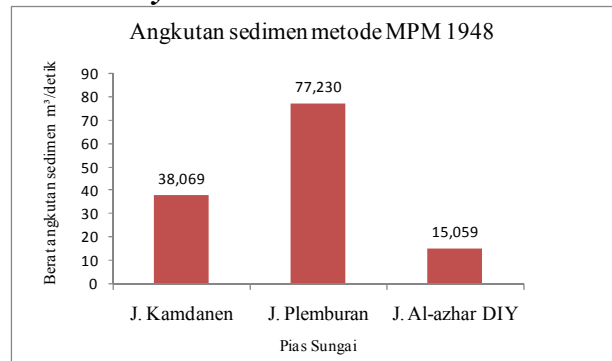
Gambar 7. Diagram angkutan sedimen pada Sungai Code metode Einstein

Angkutan sedimen yang terjadi pada Sungai Code Hulu menurut metode Einstein, pada pias Jembatan Kamdanan angkutan sedimen yang terjadi sebesar 27,67 m³/hari, dan pada pias Jembatan Plemburan sebesar 70,36 m³/hari, diketahui adanya peningkatan jumlah angkutan sedimen sebesar 39,16 m³/hari, disebabkan oleh erosi dasar sungai sepanjang pias Jembatan Kamdanan menuju Jembatan Plemburan. Sedangkan pada pias Jembatan Ringroad Al-Azhar angkutan sedimen yang terjadi sebesar 8,89 m³/hari, penurunan jumlah angkutan sedimen sebesar 62,17 m³/hari, menyebabkan sedimentasi sepanjang pias sungai Jembatan Plemburan ke Jembatan Ringroad AL-Azhar. Jika dilihat ke dalam gambar berikut angkutan sedimen yang terjadi menurut metode Einstein adalah sebagai berikut :



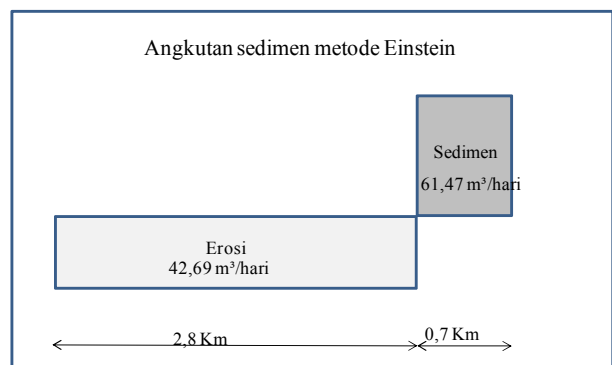
Gambar 8. Ilustrasi angkutan sedimen metode Einstein

Metode Meyer Petter Muler 1948



Gambar 9. Diagram angkutan sedimen pada Sungai Code metode MPM

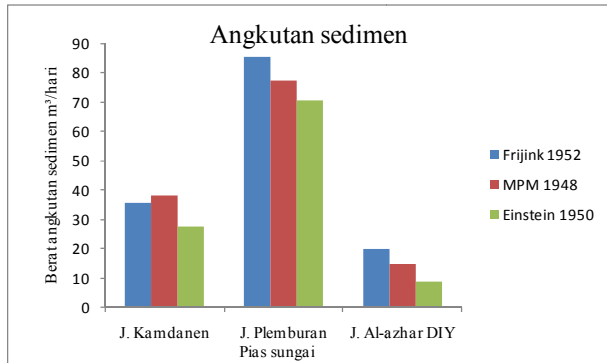
Dari analisis perhitungan menggunakan metode Meyer Petter Muler, hasil yang didapatkan tidak berbeda jauh dengan hasil dari analisis perhitungan menggunakan metode Frijlink dan metode Einstein, yang membedakan dari ke tiga metode hanyalah jumlah nilai angkutan sedimennya. Diketahui nilai angkutan sedimen tertinggi ada pada pias Jembatan Plemburan, dan menyebabkan erosi dasar sungai sebesar 42,69 m³/hari sepanjang pias dari Jembatan Kamdanan menuju Jembatan Plemburan, serta adanya sedimentasi sebesar 61,47 m³/hari. Nilai erosi dan sedimentasi didapatkan dari selisih angkutan sedimen yang diterima dan keluar di setiap piasnya.



Gambar 10. Ilustrasi angkutan sedimen metode MPM

Tabel 9. Angkutan sedimen pada Sungai Code Hulu

No	Titik tinjauan	Frijink 1952		MPM 1948		Einstein 1950	
		m ³ /detik	m ³ /hari	m ³ /detik	m ³ /hari	m ³ /detik	m ³ /hari
1	J. Kamdanen	0,00004114	35,544	0,00044061	38,069	0,00032	27,670
2	J. Plemburan	0,00007848	85,433	0,00089386	77,230	0,00081	70,363
3	J. Al-azhar DIY	0,00001273	19,794	0,00017429	15,059	0,0001	8,891

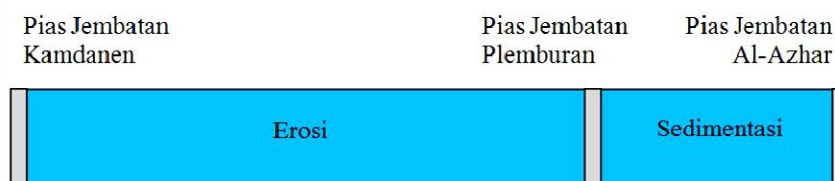


Gambar 11. Diagram angkutan sedimen pada Sungai Code

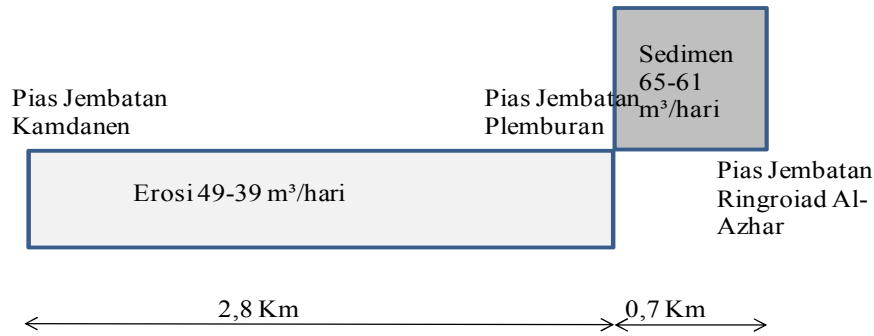
Jika diilustrasikan pada gambar di bawah, nilai angkutan sedimen pada Sungai Code Hulu dari ke tiga metode memiliki hasil yang mendekati, pada pias Jembatan Kamdanen nilai angkutan sedimen yang terjadi menurut metode Frijlink adalah 35,54 m³/hari, dan metode MPM adalah 38,069 m³/hari, sedangkan metode Einstein adalah 27,67 m³/hari. Kemudian pada pias selanjutnya di Jembatan Plemburan nilai angkutan sedimen yang diterima menurut metode Frijlink adalah 84,87 m³/hari, dan metode MPM adalah 77,230 m³/hari, sedangkan metode Einstein adalah 70,363 m³/hari, dari hasil yang didapatkan diketahui adanya penambahan sedimen dari erosi dasar sungai atau lainnya sepanjang pias dari Jembatan Kamdanen ke Jembatan Plemburan dengan selisih volume 39-49 m³/hari tiap metode. Hal ini dapat menyebabkan dampak terhadap sempadan di sekitar daerah aliran sungai, erosi dari dasar sungai lambat laun akan menyebabkan erosi

tebing sungai, bahkan jika erosi terjadi di bawah pilar jembatan, maka akan terjadi pengikisan dan berdampak pada runtuhnya jembatan.

Sedangkan nilai angkutan sedimen yang diterima pada pias Jembatan Ringroad Al-Azhar menurut metode Frijlink adalah 19,794 m³/hari, dan metode MPM adalah 15,059 m³/hari, sedangkan metode Einstein adalah 8,891 m³/hari, maka dapat disimpulkan sepanjang pias Sungai dari Jembatan Plemburan menuju Jembatan Ringroad Al-Azhar adanya penumpukan sedimen sebesar 62-65 m³/hari, penumpukan sedimen dasar sungai dengan jumlah yang sangat besar tentu akan memberikan dampak pada daerah sekitar aliran sungai, penumpukan sedimen atau sedimentasi dasar sungai ini memberikan dampak pada pendangkalan dasar sungai, dan jika sedimentasi pada suatu saat nanti membesar maka akan mengakibatkan banjir di sekitar daerah aliran sungai. Terlebih lagi, jika erupsi Gunung Merapi terjadi dan menyebabkan banjir lahar dingin, hal ini pastinya akan menambah jumlah sedimen di dasar sungai sehingga menyebabkan banjir yang besar. Jika sedimentasi pada setiap pias Sungai Code dibiarkan tanpa adanya perawatan maka dapat dipastikan lambat laun ke depannya akan mengakibatkan dampak di sekitar daerah aliran sungai.



Gambar 12. Ilustrasi sedimentasi pada Sungai Code Hulu tampak atas



Gambar 13. Ilustrasi erosi dan sedimentasi pada Sungai Code Hulu tampak samping

Besarnya jumlah angkutan sedimen mempengaruhi kualitas air pada parameter kekeruhan dan Total Dissolved Solid (TDS), dimana semakin besar jumlah angkutan sedimen maka semakin keruh air pada sungai tersebut, kekeruhan dapat berasal dari material suspensi atau kandungan organik/anorganik. Dalam penelitian, hasil kekeruhan dan TDS berada di bawah syarat parameter dari baku mutu air, sehingga air dalam keadaan jernih. Jika dibandingkan dengan survey lapangan sepanjang pias dari Jembatan Kamdanen menuju Jembatan Ringroad Al-Azhar air terlihat jernih, sehingga dapat disimpulkan bahwa jumlah angkutan sedimen yang didapat tidak terlalu besar jika dibandingkan dengan kualitas airnya.

5. Kesimpulan

Kesimpulan analisis kualitas air dan angkutan sedimen, pada Sungai Code Hulu adalah sebagai berikut :

- Kualitas air menurut metode indeks pencemar KMNLH No.115 tahun 2003 didapatkan nilai indeks kualitas air sebesar 5,60-15,3 dengan status mutu air yaitu cemar sedang dan cemar berat.
- Analisis kualitas air menurut metode NSF-WQI didapatkan nilai kualitas air sebesar 48,31- 55,35 dengan status mutu air sedang dan buruk.
- Pengaruh limbah buangan terhadap kualitas air sungai adalah turunnya kualitas air sehingga air pada Sungai Code Hulu tidak diperuntukan sebagai air minum, namun setara dengan peruntukan pembudidayaan ikan air tawar, pengairan tanaman dan

peternakan. Turunnya kualitas air dipengaruhi oleh pembuangan sampah, *urban runoff*, limbah pertanian dan limbah hewan ternak, serta parameter dominan yang paling mempengaruhi turunnya kualitas air pada Sungai Code Hulu adalah parameter fecal coliform yang berasal dari feses atau limbah penduduk.

- Analisis angkutan sedimen pada Sungai Code menggunakan metode Frijlink didapatkan angkutan sedimen sebesar 35,544 m³/hari - 84,869 m³/hari.
- Analisis angkutan sedimen pada Sungai Code menggunakan metode MPM didapatkan angkutan sedimen sebesar 15,059 m³/hari - 77,230 m³/hari.
- Analisis angkutan sedimen pada Sungai Code dengan metode Einstein 1950 didapatkan angkutan sedimen sebesar 8,891 m³/hari - 70,363 m³/hari.
- Jumlah angkutan sedimen pada Sungai Code Hulu, mempengaruhi perubahan terhadap penampang sepanjang pias sungai akibat erosi dan sedimentasi, pada titik Jembatan Kamdanen menuju titik Jembatan Plemburan terjadi peningkatan nilai angkutan sedimen disebabkan adanya erosi pada sungai, sedangkan pada titik Jembatan Plemburan menuju Jembatan Ringroad Al-Azhar terjadi sedimentasi disebabkan oleh turunnya jumlah berat angkutan sedimen.
- Besarnya angkutan sedimen berpengaruh terhadap kualitas air pada parameter kekeruhan dan TDS.

6. Daftar Pustaka

- Arfan, Y., & Sutjiningsih, D. (2018). Development of correlation-regression model between land use change and water quality indices in Ciliwung watershed. *MATEC Web of Conferences*, 192, 02047.
- ASTM D 854-10 tentang Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer
- Effendi, H., Romanto, & Wardiatno, Y. (2015). Water Quality Status of Ciambulawung River, Banten Province, Based on Pollution Index and NSF-WQI. *Procedia Environmental Sciences*, 24, 228–237.
- Einstein, H.A., 1950. The bed-load function for sediment transportation in open channel flows. *Technical Bulletin, No. 1026, U.S. Dep. of Agriculture, Washington, D.C.*
- Frijlink, H.C., 1952. Discussion of Bedload Movement Formulas of Kalinske, Einstein and Meyer-Peter and Müller and their application to recent measurements of bedload in the rivers in Holland. *Delft Hydraulics, Delft, The Netherlands. X2344/LV.*
- Hou, W., Sun, S., Wang, M., Li, X., Zhang, N., Xin, X., ... Jia, R. (2016). Assessing water quality of five typical reservoirs in lower reaches of Yellow River, China: Using a water quality index method. *Ecological Indicators*, 61, 309–316.
- Ikhsan, J., & Fahmi, A. A. (2015). Studi Pengaruh banjir lahar dingin terhadap perubahan karakteristik material dasar sungai. *SNTT FGDT*. Fakultas Teknik UM Makassar. 29 Juli -1 Agustus 2015. 8.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penetapan Status Mutu Air.
- Medeiros, A. C., Faial, K. R. F., do Carmo Freitas Faial, K., da Silva Lopes, I. D., de Oliveira Lima, M., Guimarães, R. M., & Mendonça, N. M. (2017). Quality index of the surface water of Amazonian rivers in industrial areas in Pará, Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 123(1–2), 156–164.
- Meyer-Peter, E., Mueller, R., 1948. Formulas for bed-loadtransport. *Int. Assoc. Hydraulic Research*, 2nd Mtg., Stockholm, 39–64
- Muslimin, & Saraswati,S.P., (2012). Kajian Status Mutu Air Di Sungai Gajah Wong dengan berbagai Indeks Kualitas Air. *Lingkungan Tropis*,6,2.
- Pangestu, H., & Hakki, H. (2013). Analisis Angkutan Sedimen Total pada sungai Dawas Kabupaten Musi Banyuasin. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 1(1), 103-109.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Sa'ud, I. (2008). Prediksi Sedimentasi Kali Mas Surabaya. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 4(1), 20.
- Sembiring, A. E., Mananoma, T., Halim, F., & Wuisan, E. M. (2014). Analisis Sedimentasi di Muara Sungai Panasen. *Jurnal Sipil Statik*, 2(3).
- SNI 03-1968-1990. Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar.
- Sudira, I. W., Mananoma, T., & Manalip, H. (2013). Analisis Angkutan Sedimen pada Sungai Mansahan. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 3(1).
- Sutamihardja, R., Azizah, M., & Hardini, Y. (2018). Studi dinamika senyawa fosfat dalam kualitas air Sungai Ciliwung hulu Kota Bogor. *Jurnal Sains Natural*, 8(1), 43.
- Triatmodjo, B., 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta:Beta Offset.
- Triaji, M., Risjani, Y., & Mahmudi, M. (2017). Analysis of Water Quality Status in Porong River, Sidoarjo by Using NSF-WQI Index (Nasional Sanitation Foundation – Water Quality Index). *Jurnal Pembangunan Dan Alam Lestari*, 8(2), 117–119.
- Usman, (2014). Analisis Sedimentasi pada Muara Sungai Komerling Kota Palembang. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. 2. 2.