

**STUDI PERBANDINGAN METODE YANG  
DENGAN METODE *ENGELUND AND HANSEN*  
PADA ANGKUTAN SEDIMEN TOTAL (QT)  
SUNGAI CIMUNTUR KABUPATEN CIAMIS**

**Aan Andriani**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Galuh,  
Jalan R.E. Martadinata No. 150 Ciamis 46251  
E-mail : *andriania352@gmail.com*

**ABSTRAK**

Sungai Cimuntur mempunyai panjang  $\pm 48,03$  km dengan luas Daerah Aliran Sungai (DAS)  $\pm 551,64$  km<sup>2</sup>. Sungai ini mengalir melalui daerah Kawali, Ciamis, Cijeungjing dan bermuara di sungai Citanduy. Di sepanjang aliran sungai Cimuntur terjadi sedimentasi yang menyebabkan berkurangnya kecepatan aliran sungai yang berpengaruh terhadap naiknya dasar sungai (*agradasi*) dan mengakibatkan banjir ketika musim hujan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui besarnya angkutan dan besarnya selisih angkutan sedimen total (Qt) metode *Yang* dengan metode *Engelund and Hansen* pada aliran sungai Cimuntur Kabupaten Ciamis.

Penelitian ini menggunakan metode survei (observasi) dengan melakukan pengukuran langsung di lapangan dan mengambil sampel sedimen dari tiga titik lokasi yang diamati, kemudian diuji laboratorium untuk mendapatkan  $d_{50}$  dan berat jenis sedimen yang digunakan saat analisis data. Untuk perhitungan angkutan sedimen total (Qt) di sepanjang aliran sungai Cimuntur menggunakan metode *Yang* dan metode *Engelund and Hansen*. Hasil perhitungan didapat angkutan sedimen total (Qt) di sungai Cimuntur dengan menggunakan metode *Yang* sebesar 317,567 ton/tahun, sedangkan metode *Engelund and Hansen* sebesar 975,723 ton/tahun. Jadi besarnya selisih angkutan sedimen total (Qt) metode *Yang* dengan metode *Engelund and Hansen* yaitu 50,9 %.

Kata kunci : Sedimen, metode *Yang*, metode *Engelund and Hansen*

## 1. PENDAHULUAN

Sungai adalah aliran air yang besar dan memanjang yang mengalir secara terus-menerus dari hulu (sumber) menuju hilir (muara). Sungai berfungsi sebagai sarana alat transportasi, sumber bahan baku tenaga listrik dan sebagai tempat mata pencaharian.

Sedimen adalah material atau pecahan dari batuan, mineral dan material organik yang melayang-layang di dalam air yang dikumpulkan di dasar sungai. Angkutan sedimen dapat bergerak, bergeser disepanjang dasar sungai atau bergerak melayang pada aliran sungai tergantung pada komposisi (ukuran, berat jenis dan lain-lain) dan kondisi aliran (kecepatan, kedalaman dan lain-lain). (Soewarno, 1991)

Sungai Cimuntur adalah sungai yang mengalir melalui daerah Kawali, Ciamis, Cijeungjing dan bermuara di sungai Citanduy. Di sepanjang aliran sungai Cimuntur terjadi sedimentasi yang menyebabkan berkurangnya kecepatan aliran sungai yang berpengaruh terhadap naiknya dasar sungai (*agradasi*) dan mengakibatkan banjir ketika musim hujan. Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu analisis mengenai angkutan sedimen total (Qt) di sepanjang aliran sungai Cimuntur, sehingga hasil dari penelitian ini dapat dijadikan salah satu referensi untuk mengatasi pendangkalan di sungai Cimuntur.

## 2. LANDASAN TEORI

Didapat ukuran rata-rata sampel sedimen di daerah hulu sudetan Wonosari mempunyai  $D_{50}$  sebesar 0,276 mm sedangkan daerah hilir 0,446 mm. Perhitungan angkutan sedimen pada daerah sudetan Wonosari menggunakan metode *Ackers-White* menunjukkan angkutan sedimen pada daerah hulu sebesar 118,831 kg/tahun dan pada daerah hilir sebesar 91,476 kg/tahun. (Pury

Mregawati, Cahyono Ikhsan dan Koosdaryani, 2017)

Didapat angkutan sedimen total (Qt) metode *Yang* sebesar 28703,83 ton/tahun dan metode *Engelund and Hansen* sebesar 34587,43 ton/tahun. (Tipani Ulfah Sabrina, Taufiq Hidayat, Hartati dan Zahrul Umar, 2018)

Data hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi (*hydrologic phenomenon*), seperti besarnya : curah hujan, temperatur, penguapan, lamanya penyinaran matahari, kecepatan angin, debit sungai, tinggi muka air sungai, kecepatan aliran, konsentrasi sedimen sungai akan selalu berubah terhadap waktu (Soewarno, 1995).

Curah hujan kawasan adalah curah hujan yang pengukurannya dilakukan disuatu kawasan tertentu. Ada tiga cara yang umum dipakai dalam menghitung hujan rata-rata kawasan yaitu metode rerata *Aljabar*, *polygon Thiessen* dan *Isohyet*.

Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi yang umum digunakan dalam bidang hidrologi. Distribusi tersebut adalah distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson III dan distribusi Gumbel.

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan (*the goodness of fittest test*) distribusi frekuensi sample data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering dipakai adalah (*chi-kuadrat dan smirnov-kolmogorov*).

### Analisis Debit Rencana Metode Rasional

$$Q_p = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

di mana :

$$Q_p = \text{Debit puncak (m}^3/\text{det)}$$

$$C = \text{Koefisien limpasan}$$

$$I = \text{Intensitas hujan (mm/jam)}$$

A = Luas daerah aliran sungai (km<sup>2</sup>)

1. Waktu Konsentrasi

$$T_c = 0,0195L^{0,77}S^{-0,385}$$

Di mana :

- T<sub>c</sub> = Waktu konsentrasi (menit)
- L = Panjang sungai/ lereng (m)
- S = Kemiringan lereng (%)

2. Intensitas Hujan

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$

di mana :

- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- R<sub>24</sub> = Curah hujan harian maksimum (mm)
- T<sub>c</sub> = Waktu curah hujan (menit)

**Analisis Sedimentasi**

a. Metode Yang

Yang memberi definisi keadaan aliran seperti kecepatan, *slope product* sebagai dasar dari unit berat air. Untuk menentukan total konsentrasi sedimen, Yang mempertimbangkan sebuah hubungan yang relevan antara variabel-variabel sebagai berikut :

$$\log Ct = 5,435 - 0,268 \log \frac{\omega d}{v} - 0,457 \log \frac{U^*}{\omega} + \left( 1,799 - 0,409 \log \frac{\omega d}{v} - 0,314 \log \frac{U^*}{\omega} \right) \log \left( \frac{VS}{\omega} - \frac{V_{cr}S}{\omega} \right)$$

$$Re = \frac{U^* \times d50}{v}$$

$$\frac{V_{cr}}{\omega} = \frac{2,5}{\log(U^* \frac{d}{v}) - 0,6} + 0,66$$

$$\frac{V_{cr}}{\omega} = 1,2 \text{ untuk } \frac{U^* \times d50}{v} < 70$$

$$\frac{V_{cr}}{\omega} = 2,05 \text{ untuk } \frac{U^* \times d50}{v} > 70$$

$$Ct = \log Ct$$

$$G_w = \gamma \times B \times D \times V$$

$$Q_s = Ct \times G_w$$

$$Qt = \frac{Q_a \times Ct}{10^6} \gamma$$

di mana :

- C<sub>t</sub> = Konsentrasi sedimen total (ppm)
- ω = Kecepatan jatuh sedimen (m/s)
- d=d<sub>50</sub>=Diameter sedimen 50% dari material dasar (m)
- v = Viskositas kinematik (m<sup>2</sup>/s)
- V = Kecepatan aliran (m/s)
- S = Kemiringan saluran
- V<sub>cr</sub> = Kecepatan kritis
- U\* = Kecepatan geser (m/s)
- B = Lebar saluran (m)
- D = Kedalaman saluran (m)
- Re = Angka Reynold
- Q<sub>a</sub> = Debit aliran (m<sup>3</sup>/s)
- Q<sub>t</sub> = Debit sedimen total (kg/s)
- S = Kemiringan saluran
- γ = Massa jenis air (kg/m<sup>3</sup>)
- G<sub>w</sub> = Volume air berat (kg/s)

b. Metode Engelund and Hansen

Persamaan Engelund and Hansen (1967) didasarkan pada pendekatan tegangan geser. Persamaan yang digunakan dalam metode Engelund and Hansen adalah sebagai berikut :

$$q_s = 0,05 \gamma \times V^2 \left( \frac{d50}{g \left( \frac{\gamma_s}{\gamma} - 1 \right)} \right)^{1/2} \left( \frac{\gamma \times D \times S}{(\gamma_s - \gamma) d50} \right)^{3/2}$$

$$Q_s = B \times q_s$$

$$G_w = \gamma \times B \times D \times V$$

$$Ct = \frac{Q_s}{G_w} \times 10^6$$

$$Qt = \frac{Q_a \times Ct}{10^6} \gamma$$

di mana :

$\gamma$  = Massa jenis air ( $\text{kg/m}^3$ )

$\gamma_s$  = Massa jenis sedimen ( $\text{kg/m}^3$ )

$d=d_{50}$  = Diameter sedimen 50% dari material dasar (m)

$V$  = Kecepatan aliran (m/s)

$\tau_o$  = Tegangan geser ( $\text{kg/m}^2$ )

$Q_s$  = Muatan sedimen ( $\text{kg/s}$ )

$B$  = Lebar saluran (m)

$D$  = Kedalaman saluran (m)

$S$  = Kemiringan saluran

$g$  = Percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )

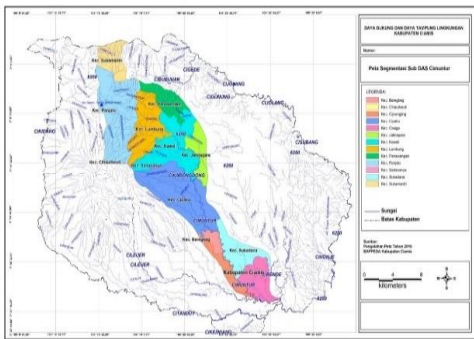
$C_t$  = Konsentrasi sedimen total (ppm)

$G_w$  = Volume air berat ( $\text{kg/s}$ )

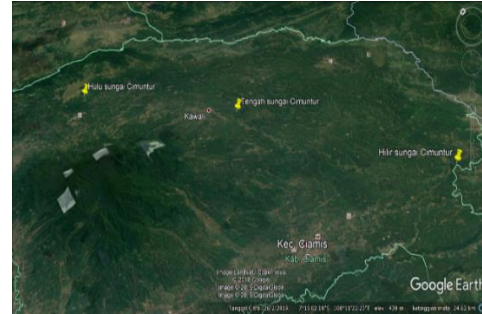
$Q_a$  = Debit aliran ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

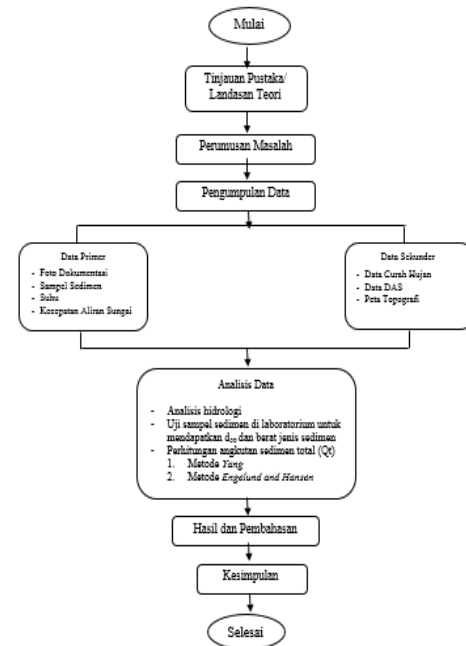
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2019 dengan lokasi penelitian di sungai Cimuntur Kabupaten Ciamis. Lokasi ini dipilih karena sering terjadi banjir yang disebabkan oleh sedimentasi di sungai tersebut.



Gambar 1 Peta DAS Cimuntur



Gambar 2 Lokasi Penelitian



Gambar 3 Bagan Alir Penelitian (Flow Chart)

#### Analisis Data

Langkah-langkah yang dilakukan dalam menganalisis data untuk menentukan angkutan sedimen total ( $Q_t$ ) pada aliran sungai Cimuntur Kabupaten Ciamis sebagai berikut :

1. Menghitung data curah hujan menggunakan metode rata-rata Aljabar, menghitung curah

hujan rencana dengan distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson III dan Gumbel untuk mendapatkan periode ulang hujan (PUH) 25 tahun kemudian diuji *chi-kuadrat* dan uji *smirnov-kolmogorov* untuk mengetahui diterima atau tidaknya metode tersebut.

2. Menghitung debit rencana metode rasional menggunakan curah hujan rencana periode ulang hujan (PUH) 25 tahun.

3. Melakukan survei lapangan kemudian mengambil dokumentasi, mengukur lebar sungai, elevasi sungai, kedalaman sungai, kemiringan saluran, kecepatan air dan mengambil sampel sedimen di tiga titik lokasi yang diamati yaitu di hulu, tengah dan hilir sungai Cimuntur.

4. Melakukan uji sampel sedimen di laboratorium untuk mendapatkan  $d_{50}$  dan berat jenis sedimen dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1) Analisis Saringan

- Bersihkan masing-masing saringan dan pan yang akan digunakan, kemudian timbang masing-masing saringan tersebut dan susun sesuai standar yang dipakai.
- Letakan susunan saringan tersebut di atas alat pengguncang (*sieve shaker*).
- Keringkan benda uji dalam oven dengan temperatur 60 °C sampai dapat digemburkan, kemudian tumbuk dengan palu karet agar butirannya tidak hancur.
- Masukkan benda uji ke dalam susunan saringan kemudian tutup.
- Kencangkan penjepit susunan saringan.
- Hidupkan motor penggerak mesin pengguncang selama 10-15 menit.

- Setelah dilakukan pengguncangan selama 10-15 menit, mesin pengguncang dimatikan. Biarkan selama 5 menit untuk memberikan kesempatan debu-debu agar mengendap.
- Timbang berat masing-masing saringan beserta benda uji yang tertahan di dalamnya, demikian pula dengan halnya pan.

2) Berat Jenis Sedimen

- Timbang piknometer.
  - Ambil sampel sedimen sekitar 15-20 gram.
  - Masukkan sampel sedimen tersebut ke dalam piknometer kemudian tambahkan air secukupnya.
  - Keluarkan gelembung-gelembung udara yang terperangkap di dalamnya dengan menggunakan *hot plate*.
  - Keringkan bagian luar piknometer menggunakan kapas lalu timbang dengan ketelitian 0,01 gram, ukur dan catat suhu air tersebut.
  - Hitung nilai berat jenis sedimen (Gs)
5. Menghitung angkutan sedimen total (Qt) menggunakan metode *Yang* dan metode *Engelund and Hansen*.

**4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

**Analisis Hidrologi**

a. Curah Hujan Kawasan

Tabel 1 Data Curah Hujan Harian Maksimum

No	Tahun	Nama Stadion			Nilai Rata-rata
		Panvaangan	Kawal	Pangalu	
1	2018	91	140	120	117,00
2	2017	100	87	82,0	90,00
3	2016	116	160	116,0	130,67
4	2015	75	91	75	80,33
5	2014	110	122	105	112,33
6	2013	108	112	46,0	92,00
7	2012	110	126,01	61,0	108,34
8	2011	76	87,5	50	71,17
9	2010	106	102	119	109,00
10	2009	107	118	46	92,67
11	2008	106	69	55	74,67
12	2007	90	81	50	74,00
13	2006	84	84	61	70,00
14	2005	94	76	60	82,33
15	2004	82	85	70	79,00
16	2003	99	99	51	81,00
17	2002	99	110	82	97,00
18	2001	92	101	60	84,33
19	2000	83	85	80	76,00
20	1999	80	71	130,5	93,83
21	1998	82	71	120,5	94,50
22	1997	80	110	85	116,67
23	1996	110	116	110	118,67
24	1995	150	109	130,9	129,63
25	1994	115	101	90,8	102,60

b. Analisis Frekuensi

Tabel 2 Perhitungan Statistik untuk Distribusi Normal dan Gumbel

No	Tahun	Xmaks	(x - $\bar{x}$ )	(x - $\bar{x}$ ) <sup>2</sup>	(x - $\bar{x}$ ) <sup>3</sup>	(x - $\bar{x}$ ) <sup>4</sup>
1	2018	117,00	21,93	480,92	10546,68	231288,76
2	2017	90,00	-5,07	25,70	-130,32	660,74
3	2016	130,67	35,60	1267,12	45105,34	1605599,88
4	2015	80,33	-14,74	217,17	-3200,35	47162,52
5	2014	112,33	17,26	298,02	5144,86	88817,52
6	2013	92,00	-3,07	9,42	-28,93	88,83
7	2012	103,34	8,27	68,34	564,93	4670,05
8	2011	71,17	-23,90	571,37	-13657,63	326462,93
9	2010	109,00	13,93	194,04	2703,05	37653,42
10	2009	93,67	-1,40	1,97	-2,76	3,88
11	2008	74,67	-20,40	416,30	-8493,83	173302,37
12	2007	74,00	-21,07	443,94	-9353,92	197087,07
13	2006	70,00	-25,07	628,50	-15756,62	395018,41
14	2005	83,33	-11,74	137,75	-1616,72	18974,88
15	2004	79,00	-16,07	258,24	-4150,00	66690,43
16	2003	81,00	-14,07	197,96	-2785,37	39190,10
17	2002	97,00	1,93	3,72	7,19	13,87
18	2001	84,33	-10,74	115,28	-1237,68	13288,56
19	2000	76,00	-19,07	363,66	-6935,09	132252,16
20	1999	93,83	-1,24	1,53	-1,89	2,34
21	1998	94,50	-0,57	0,32	-0,19	0,11
22	1997	118,67	23,60	556,80	13138,69	310029,22
23	1996	118,67	23,60	556,80	13138,69	310029,22
24	1995	129,63	34,56	1194,62	41290,19	1427126,53
25	1994	102,60	7,53	56,70	426,96	3214,99
Jumlah		2376,74	-0,01	8066,25	64715,28	5428628,80
Rata-rata		95,07	0,00	322,650	2588,611	217145,152

Nilai rata-rata = 95,07 mm

Simpangan Baku = 18,33 mm

Tabel 3 Perhitungan Statistik untuk Log Normal dan Log Pearson III

No	Tahun	X	Log X	( $\log X - \log \bar{X}$ )	( $\log X - \log \bar{X}$ ) <sup>2</sup>	( $\log X - \log \bar{X}$ ) <sup>3</sup>	( $\log X - \log \bar{X}$ ) <sup>4</sup>
1	2018	117,00	2,068	0,098	0,010	0,001	0,00009
2	2017	90,00	1,954	-0,016	0,000	0,000	0,00000
3	2016	130,67	2,116	0,146	0,021	0,003	0,00046
4	2015	80,33	1,905	-0,065	0,004	0,000	0,00002
5	2014	112,33	2,051	0,081	0,006	0,001	0,00004
6	2013	92,00	1,964	-0,006	0,000	0,000	0,00000
7	2012	103,34	2,014	0,044	0,002	0,000	0,00000
8	2011	71,17	1,852	-0,118	0,014	-0,002	0,00019
9	2010	109,00	2,037	0,067	0,005	0,000	0,00002
10	2009	93,67	1,972	0,002	0,000	0,000	0,00000
11	2008	74,67	1,873	-0,097	0,009	-0,001	0,00009
12	2007	74,00	1,869	-0,101	0,010	-0,001	0,00010
13	2006	70,00	1,845	-0,125	0,016	-0,002	0,00024
14	2005	83,33	1,921	-0,049	0,002	0,000	0,00001
15	2004	79,00	1,898	-0,072	0,005	0,000	0,00003
16	2003	81,00	1,908	-0,062	0,004	0,000	0,00001
17	2002	97,00	1,987	0,017	0,000	0,000	0,00000
18	2001	84,33	1,926	-0,044	0,002	0,000	0,00000
19	2000	76,00	1,881	-0,089	0,008	-0,001	0,00006
20	1999	93,83	1,972	0,002	0,000	0,000	0,00000
21	1998	92,00	1,964	-0,006	0,000	0,000	0,00000
22	1997	118,67	2,074	0,104	0,011	0,001	0,00012
23	1996	118,67	2,074	0,104	0,011	0,001	0,00012
24	1995	129,63	2,113	0,143	0,020	0,003	0,00041
25	1994	102,60	2,011	0,041	0,002	0,000	0,00000
Jumlah		2376,74	49,26	0,01	0,16	0,003	0,00203
Rata-rata		95,07	1,970	0,000	0,007	0,000	0,00008

Nilai rata-rata = 0,082 mm

Simpangan Baku = 1,970 mm

c. Pemilihan Distribusi

Tabel 4 Persyaratan Pemilihan Distribusi

No	Distribusi Frekuensi	Syarat	Perhitungan	Kesimpulan
1	Distribusi Normal	Cs = 0	Cs = -0,476	Tidak Memenuhi
		Ck = 3	Ck = 1,924	
2	Distribusi Log Normal	Cs > 0	Cs = 0,247	Tidak Memenuhi
		Ck > 3	Ck = 1,796	
3	Distribusi Log Pearson III	Cs antara 0 - 0,9	Cs = 0,247	Memenuhi
			Ck = 1,796	
4	Distribusi Gumbel	Cs ≤ 1,139	Cs = 0,476	Memenuhi

Tabel 5 Pemilihan Distribusi

No	Distribusi	Uji Chi Kuadrat	Uji Smirnov Kolmogorov
1	Log Pearson III	Diterima	Diterima
2	Gumbel	Diterima	Diterima

Setelah uji Chi Kuadrat dan uji Smirnov Kolmogorov distribusi Log Pearson III dan distribusi Gumbel dapat diterima, namun penulis lebih memilih distribusi Gumbel karena curah

hujan rencananya lebih besar daripada distribusi Log Pearson III.

d. Curah Hujan Rencana Distribusi Gumbel

Tabel 6 Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Gumbel

PUH	$\bar{X}$	$Y_{Tr}$	$K_{Tr} = \frac{y_T - \bar{y}_n}{S_n}$	$S_x$	$X_T$ (mm/hari)
2	95,07	0,3668	-0,150	18,33	92,314
5	95,07	1,5004	0,888	18,33	111,351
10	95,07	2,251	1,576	18,33	123,956
25	95,07	3,1993	2,445	18,33	139,882
50	95,07	3,9028	3,089	18,33	151,696
100	95,07	4,6012	3,729	18,33	163,424

e. Analisis Debit Rencana Metode Rasional

Nilai koefisien limpasan (C) didapat dari tabel yaitu 0,75 karena keadaan daerah pengalirannya berupa sungai dengan tanah dan hutan dibagian atas dan bawahnya.

Waktu konsentrasi (Tc) dihitung dengan kemiringan lereng 10% sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 T_c &= 0,0195 L^{0,77} S^{-0,385} \\
 &= 0,0195 \cdot 48030^{0,77} \cdot 0,1^{-0,385} \\
 &= 190,46 \text{ menit} \\
 &= 3,174 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Intensitas hujan dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \\
 &= \frac{139,882 \text{ mm}}{24} \left( \frac{24}{3,174 \text{ jam}} \right)^{2/3} \\
 &= 5,828 \text{ mm} \cdot (7,561/\text{jam})^{2/3} \\
 &= 5,828 \text{ mm} \cdot 3,852/\text{jam} \\
 &= 22,45 \text{ mm/jam} \\
 &= 0,00000624 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas DAS Cimuntur} &= 55.163,99 \text{ Ha} \\
 &= 551.639.900 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,278 \times 0,75 \times 0,00000624 \text{ m/detik} \times \\
 &551.639.900 \text{ m}^2 \\
 &= 717,706 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Analisis Sedimentasi

a. Metode Yang

- Titik I

Tabel 7 Data-data Hasil Penelitian Titik I

No.	Data	Keterangan
1.	Ukuran diameter sedimen (d <sub>50</sub> )	= 0,001355 m Laboratorium
2.	Kemiringan dasar saluran (S)	= 0,0157 Perhitungan
3.	Temperatur air sungai (t)	= 19 °C Lapangan
4.	Lebar saluran (B)	= 1 m Lapangan
5.	Kecepatan jatuh (ω)	= 1,612 m/s Perhitungan
6.	Debit aliran (Q)	= 717,706 m <sup>3</sup> /s Perhitungan
7.	Massa jenis sedimen (γ <sub>s</sub> )	= 2667 kg/m <sup>3</sup> Laboratorium
8.	Massa jenis air (γ)	= 1000 kg/m <sup>3</sup> Asumsi
9.	Percepatan gravitasi (g)	= 9,81 m/s <sup>2</sup> Ketentuan
10.	Kecepatan aliran sungai (V)	= 1,288 m/s Lapangan
11.	Kecepatan geser (U <sub>*</sub> )	= 0,258 m/s Perhitungan
12.	Viskositas kinematik (ν)	= 1,027 x 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /s Perhitungan
13.	Kedalaman sungai (D)	= 0,433 m Lapangan

$$Q_t = \frac{Q_a \times C_t}{10^6} \gamma$$

$$Q_t = \frac{717,706 \times (3.689,776/1000000)}{10^6} \times 1000$$

$$= 0,00265 \text{ kg/s} \times 31.536$$

$$= 83,570 \text{ ton/tahun}$$

- Titik II

Tabel 8 Data-data Hasil Penelitian Titik II

No.	Data	Keterangan
1.	Ukuran diameter sedimen (d <sub>50</sub> ) = 0,00123 m	Laboratorium
2.	Kemiringan dasar saluran (S) = 0,0157	Perhitungan
3.	Temperatur air sungai (t) = 30 °C	Lapangan
4.	Lebar saluran (B) = 16 m	Lapangan
5.	Kecepatan jatuh (ω) = 1,714 m/s	Perhitungan
6.	Debit aliran (Q) = 717,706 m <sup>3</sup> /s	Perhitungan
7.	Massa jenis sedimen (γ <sub>s</sub> ) = 2667 kg/m <sup>3</sup>	Laboratorium
8.	Massa jenis air (γ) = 1000 kg/m <sup>3</sup>	Asumsi
9.	Percepatan gravitasi (g) = 9,81 m/s <sup>2</sup>	Ketentuan
10.	Kecepatan aliran sungai (V) = 0,951 m/s	Lapangan
11.	Kecepatan geser (U <sub>*</sub> ) = 0,336 m/s	Perhitungan
12.	Viskositas kinematik (ν) = 0,802 x 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /s	Perhitungan
13.	Kedalaman sungai (D) = 0,733 m	Lapangan

$$Qt = \frac{Qa \times Ct}{10^6} \gamma$$

$$Qt = \frac{717,706 \times (3.334,264/1000000)}{10^6} \times 1000$$

$$Qt = 0,000239 \text{ kg/s} \times 31.536$$

$$Qt = 75,371 \text{ ton/tahun}$$

- Titik III

Tabel 10 Data-data Hasil Penelitian Titik III

No.	Data	Keterangan
1.	Ukuran diameter sedimen (d <sub>50</sub> ) = 0,00028 m	Laboratorium
2.	Kemiringan dasar saluran (S) = 0,0157	Perhitungan
3.	Temperatur air sungai (t) = 30,1 °C	Lapangan
4.	Lebar saluran (B) = 35 m	Lapangan
5.	Kecepatan jatuh (ω) = 0,08881 m/s	Perhitungan
6.	Debit aliran (Q) = 717,706 m <sup>3</sup> /s	Perhitungan
7.	Massa jenis sedimen (γ <sub>s</sub> ) = 2667 kg/m <sup>3</sup>	Laboratorium
8.	Massa jenis air (γ) = 1000 kg/m <sup>3</sup>	Asumsi
9.	Percepatan gravitasi (g) = 9,81 m/s <sup>2</sup>	Ketentuan
10.	Kecepatan aliran sungai (V) = 0,785 m/s	Lapangan
11.	Kecepatan geser (U <sub>*</sub> ) = 0,379 m/s	Perhitungan
12.	Viskositas kinematik (ν) = 0,802 x 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /s	Perhitungan
13.	Kedalaman sungai (D) = 0,933 m	Lapangan

$$Qt = \frac{Qa \times Ct}{10^6} \gamma$$

$$Qt = \frac{717,706 \times (7.014,553/1000000)}{10^6} \times 1000$$

$$Qt = 0,00503 \text{ kg/s} \times 31.536$$

$$Qt = 158,626 \text{ ton/tahun}$$

b. Metode Engelund and Hansen

- Titik I

Tabel 10 Data-data Hasil Penelitian Titik I

No.	Data	Keterangan
1.	Ukuran diameter sedimen (d <sub>50</sub> ) = 0,00135 mm	Laboratorium
2.	Kemiringan dasar saluran (S) = 0,0157	Perhitungan
3.	Kedalaman sungai (D) = 0,433 m	Lapangan
4.	Lebar saluran (B) = 1 m	Lapangan
5.	Kecepatan jatuh (ω) = 1,612 m/s	Perhitungan
6.	Debit aliran (Q) = 717,706 m <sup>3</sup> /s	Perhitungan
7.	Massa jenis sedimen (γ <sub>s</sub> ) = 2667 kg/m <sup>3</sup>	Laboratorium
8.	Massa jenis air (γ) = 1000 kg/m <sup>3</sup>	Asumsi
9.	Percepatan gravitasi (g) = 9,81 m/s <sup>2</sup>	Ketentuan
10.	Kecepatan aliran sungai (V) = 1,288 m/s	Lapangan

$$Qt = \frac{Qa \times Ct}{10^6} \gamma$$

$$Qt = \frac{717,706 \times (\frac{7.095,162}{1000000})}{10^6} \times 1000$$

$$Qt = 0,00509 \text{ kg/s} \times 31.536$$

$$Qt = 160,518 \text{ ton/tahun}$$

- Titik II

Tabel 11 Data-data Hasil Penelitian Titik II

No.	Data	Keterangan
1.	Ukuran diameter sedimen (d <sub>50</sub> ) = 0,00123 mm	Laboratorium
2.	Kemiringan dasar saluran (S) = 0,0157	Perhitungan
3.	Kedalaman sungai (D) = 0,733 m	Lapangan
4.	Lebar saluran (B) = 16 m	Lapangan
5.	Kecepatan jatuh (ω) = 1,714 m/s	Perhitungan
6.	Debit aliran (Q) = 717,706 m <sup>3</sup> /s	Perhitungan
7.	Massa jenis sedimen (γ <sub>s</sub> ) = 2667 kg/m <sup>3</sup>	Laboratorium
8.	Massa jenis air (γ) = 1000 kg/m <sup>3</sup>	Asumsi
9.	Percepatan gravitasi (g) = 9,81 m/s <sup>2</sup>	Ketentuan
10.	Kecepatan aliran sungai (V) = 0,951 m/s	Lapangan

$$Qt = \frac{Qa \times Ct}{10^6} \gamma$$

$$Qt = \frac{717,706 \times (\frac{7.481,175}{1000000})}{10^6} \times 1000$$

$$Qt = 0,00537 \text{ kg/s} \times 31.536$$

$$Qt = 169,348 \text{ ton/tahun}$$

- Titik III



Tabel 12 Data-data Hasil Penelitian Titik III

No.	Data	Keterangan
1.	Ukuran diameter sedimen (d <sub>50</sub> ) = 0,00028 mm	Laboratorium
2.	Kemiringan dasar saluran (S) = 0,0157	Perhitungan
3.	Kedalaman sungai (D) = 0,933 m	Lapangan
4.	Lebar saluran (B) = 35 m	Lapangan
5.	Kecepatan jatuh (ω) = 0,08881 m/s	Perhitungan
6.	Debit aliran (Q) = 717,706 m <sup>3</sup> /s	Perhitungan
7.	Massa jenis sedimen (γ <sub>s</sub> ) = 2667 kg/m <sup>3</sup>	Laboratorium
8.	Massa jenis air (γ) = 1000 kg/m <sup>3</sup>	Asumsi
9.	Percepatan gravitasi (g) = 9,81 m/s <sup>2</sup>	Ketentuan
10.	Kecepatan aliran sungai (V) = 0,785 m/s	Lapangan

$$Qt = \frac{Qa \times Ct}{10^6} \gamma$$

$$Qt = \frac{717,706 \times \left(\frac{28,534,759}{1000000}\right)}{10^6} \times 1000$$

$$Qt = 0,02048 \text{ kg/s} \times 31.536$$

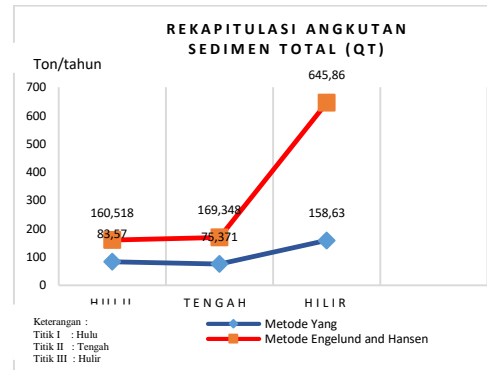
$$Qt = 645,857 \text{ ton/tahun}$$

### Pembahasan

Berdasarkan hasil perhitungan angkutan sedimen total (Qt) pada sungai Cimuntur dengan menggunakan metode *Yang* pada Titik I didapat sebesar 83,570 ton/tahun, Titik II 75,371 ton/tahun dan Titik III 158,626 ton/tahun. Untuk metode *Engelund and Hansen* pada Titik I didapat 160,518 ton/tahun, Titik II 169,518 ton/tahun dan Titik III 645,857 ton/tahun. Adapun rekapitulasi perhitungan angkutan sedimen total (Qt) dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 13 Rekapitulasi Angkutan Sedimen Total (Qt)

Lokasi	Metode Yang (ton/tahun)	Metode Engelund and Hansen (ton/tahun)
Titik I	83,570	160,518
Titik II	75,371	169,348
Titik III	158,626	645,857
<b>Jumlah</b>	<b>317,567</b>	<b>975,723</b>



Gambar 4 Rekapitulasi Angkutan Sedimen Total (Qt)

Jadi selisih angkutan sedimen total (Qt) metode *Yang* dengan metode *Engelund and Hansen* yaitu sebesar 50,9 %.

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Besarnya angkutan sedimen total (Qt) yang terjadi pada aliran sungai Cimuntur Kabupaten Ciamis dengan menggunakan metode *Yang* sebesar 317,567 ton/tahun, sedangkan metode *Engelund and Hansen* sebesar 975,723 ton/tahun.
2. Besarnya selisih angkutan sedimen total (Qt) metode *Yang* dengan metode *Engelund and Hansen* yaitu 50,9 %.

### SARAN

Saran-saran berdasarkan penelitian yang telah dilakukan antara lain :

1. Penelitian ini hanya menggunakan 2 metode perhitungan angkutan sedimen total (Qt). Untuk penelitian lebih lanjut disarankan menambah metode lain dan dilakukan juga pada saat musim penghujan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

2. Perlu dilakukan pengerukan sedimen agar tidak terjadi pengendapan dan pendangkalan pada sungai yang menyebabkan tampang aliran sungai kecil, sehingga kecepatan aliran sungai Cimuntur Kabupaten Ciamis stabil dan tidak terjadi banjir.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Andayani, Reni dan Dimitri Yuliani. 2019. *Analisis Debit Muatan Sedimen Dasar pada Muara Sungai Ogan*. Fakultas Teknik, Universitas Tridinanti Palembang.
- Anonim. 2013. *Buku Putih Sanitasi Kabupaten Ciamis*. Kelompok Kerja Sanitasi Kabupaten Ciamis. <http://ppsp.nawasis.info>. [online, diakses pada tanggal 30 April 2019].
- Mregawati, Pury dkk. 2017. *Analisis Ukuran Butiran Sedimen pada Daerah Hulu dan Hilir Sudetan Wonosari Sungai Bengawan Solo*. Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret.
- Multazam, Muhammad dan Ahmad Perwira Mulia. 2013. *Studi Muatan Sedimen di Sungai Krueng Aceh*. Departemen Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara.
- Munandar, Aris. 2014. *Analisis Laju Angkutan Sedimen untuk Perencanaan Kantong Lumpur Pada D.I. Perkotaan Kabupaten Batubara*. Universitas Sumatera Utara.
- Mustofa, Muhammad Jazuli. 2015. *Analisis Hidrologi dan Hidrolika pada Saluran Drainase Ramanuju Hilir Kotabumi*. Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
- Sabrina, Tifani Ulfah dkk. 2018. *Kajian Sedimentasi pada Muara Sungai Batang Arau Kota Padang*. Politeknik Negeri Padang.
- Usman, Kurnia Oktavia. 2014. *Analisis Sedimentasi pada Muara Sungai Komering Kota Palembang*. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya.