

## ANALISIS STATISTIK DISTRIBUSI UKURAN BUTIR SEDIMEN DASAR (*BEDLOAD*) PADA SUNGAI GANDONG, KECAMATAN BENDO, MAGETAN, JAWA TIMUR

Adinda Jihan Azahra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia,  
[jihanzhrh@students.unnes.ac.id](mailto:jihanzhrh@students.unnes.ac.id)

### ABSTRAK

Sungai Gandong di Kabupaten Magetan memiliki peran penting dalam mendukung aktivitas irigasi dan keberlanjutan lingkungan, namun saat ini mengalami permasalahan sedimentasi yang berpotensi memengaruhi stabilitas dasar sungai dan kapasitas aliran. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik statistik distribusi ukuran butir sedimen dasar (*bedload*) Sungai Gandong sebagai indikator dinamika fluvial dan kondisi morfologi sungai berdasarkan konsep sedimentologi fluvial. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif dengan pengambilan lima sampel sedimen dasar pada lokasi yang berbeda di sepanjang Sungai Gandong. Data diperoleh melalui analisis saringan (*sieve analysis*) dan pengujian berat jenis di laboratorium. Analisis statistik ukuran butir dilakukan menggunakan metode grafis menurut Folk dan Ward (1957) serta metode momen menurut Krumbein dan Pettijohn (1938) untuk menentukan parameter mean, sorting, skewness, dan kurtosis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sedimen dasar Sungai Gandong didominasi oleh fraksi pasir kasar hingga pasir sangat kasar dengan tingkat pemilahan butir yang umumnya tergolong buruk hingga sangat buruk. Distribusi ukuran butir memperlihatkan pola unimodal, bimodal, dan polymodal yang mencerminkan variasi energi aliran di setiap lokasi. Secara keseluruhan, metode grafis dan metode momen menunjukkan konsistensi yang baik dalam merepresentasikan karakteristik sedimen dasar Sungai Gandong

**Kata kunci** : *sedimen dasar, distribusi ukuran butir, sungai gandong*

Penerbit : Fakultas Teknik Universitas Pasifik Morotai

## 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sungai merupakan komponen utama dalam sistem hidrologi yang berperan penting dalam mendukung aktivitas sosial, ekonomi, dan lingkungan. Selain berfungsi sebagai media aliran air permukaan, sungai juga berperan dalam proses transportasi sedimen yang memengaruhi kestabilan morfologi alur, kapasitas tampung sungai, serta keberlanjutan ekosistem perairan. Dinamika sedimen dalam sungai menjadi salah satu faktor kunci yang menentukan perubahan bentuk dasar sungai, terutama pada sungai-sungai yang memiliki fluktuasi debit cukup tinggi.

Sungai Gandong yang terletak di Kabupaten Magetan, Jawa Timur, merupakan salah satu sungai yang memiliki peranan penting bagi masyarakat setempat, khususnya sebagai sumber air irigasi pertanian. Daerah Aliran

Sungai (DAS) Gandong juga berfungsi dalam menjaga ketersediaan air dan mendukung aktivitas perikanan air tawar. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, Sungai Gandong mengalami berbagai permasalahan, antara lain pendangkalan dasar sungai, penurunan kapasitas aliran, serta perubahan alur sungai yang diduga berkaitan erat dengan proses sedimentasi dan aktivitas manusia di sepanjang sungai, seperti penambangan material pasir.

Sedimen dasar (*bedload*) merupakan komponen penting dalam kajian morfologi sungai karena karakteristiknya mencerminkan kondisi energi aliran dan mekanisme transportasi sedimen. Parameter statistik ukuran butir sedimen, seperti mean, sorting, skewness, dan kurtosis, dapat digunakan untuk menginterpretasikan proses pengendapan serta kestabilan dasar sungai. Analisis distribusi ukuran butir juga menjadi metode yang efektif untuk memahami karakteristik sedimen tanpa harus bergantung langsung pada variabel hidrologi yang bersifat fluktuatif.

Beberapa penelitian terdahulu, seperti yang dikemukakan oleh Junaidi (2012) serta Leopold, Wolman, dan Miller (1964), menunjukkan bahwa ukuran dan distribusi butir sedimen berpengaruh signifikan terhadap dinamika transport sedimen dan perubahan morfologi sungai. Namun demikian, karakteristik sedimen sangat dipengaruhi oleh kondisi geologi, morfologi, dan hidrologi setempat, sehingga hasil penelitian pada satu sungai tidak selalu dapat digeneralisasi pada sungai lainnya. Hingga saat ini, kajian yang secara khusus membahas karakteristik statistik ukuran butir sedimen dasar pada Sungai Gandong masih terbatas.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis distribusi ukuran butir dan karakteristik statistik sedimen dasar Sungai Gandong menggunakan metode grafis dan metode momen. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih spesifik mengenai karakter sedimen dasar Sungai Gandong serta menjadi dasar ilmiah dalam upaya pengelolaan sungai, pengendalian sedimentasi, dan perencanaan teknis sumber daya air di wilayah Kabupaten Magetan.

## 1.2 Tinjauan Pustaka

Sedimentasi sungai merupakan bagian penting dari dinamika aliran alami yang meliputi proses erosi, transportasi, dan deposisi material sedimen (Yang, 2006). Material sedimen yang terbawa aliran bervariasi mulai dari pasir, kerikil, hingga lumpur, bergantung pada kondisi daerah aliran sungai, karakteristik aliran, serta faktor-faktor seperti curah hujan, kemiringan dasar sungai, ukuran dan berat jenis butiran, serta tutupan lahan.

Sungai Gandong di Kabupaten Magetan, Jawa Timur, berhulu di lereng Gunung Lawu dan membawa material hasil erosi dari daerah pegunungan menuju bagian hilir. Sungai yang berhulu di kawasan pegunungan atau vulkanik umumnya memiliki suplai sedimen yang tinggi dan variasi ukuran butir yang beragam, sehingga rentan terhadap proses sedimentasi, terutama pada musim hujan (Hadisantono dkk., 2002). Sedimen sungai secara umum terbagi menjadi angkutan dasar (*bed load*), angkutan melayang (*suspended load*), dan wash load, yang masing-masing memiliki mekanisme transportasi berbeda (Garde & Raju, 1985).

Karakteristik ukuran butir sedimen merupakan aspek fundamental dalam kajian teknik sungai karena menentukan mekanisme transportasi dan pengendapan sedimen. Klasifikasi ukuran butir menurut American Geophysical Union mencakup rentang dari bongkah hingga lempung, dengan pola distribusi unimodal, bimodal,

atau polymodal yang mencerminkan variasi mekanisme transportasi sedimen (Folk & Ward, 1957). Untuk menganalisis distribusi ukuran butir, Folk dan Ward (1957) memperkenalkan parameter statistik mean, sorting, skewness, dan kurtosis yang hingga kini banyak digunakan dalam kajian sedimentologi fluvial.

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa analisis distribusi ukuran butir sedimen penting dalam memahami dinamika morfologi sungai. Penelitian Raharja (2015) dan Rindi Aryangganis (2020) menunjukkan bahwa sungai berenergi tinggi umumnya didominasi sedimen berukuran kasar, sedangkan Junaidi (2012), Arsyad (2010), serta Leopold, Wolman, dan Miller (1964) menegaskan hubungan erat antara karakteristik ukuran butir, transport sedimen, dan perubahan morfologi sungai. Namun, penelitian-penelitian tersebut umumnya mengombinasikan analisis sedimen dengan kajian hidrologi dan angkutan sedimen. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini berfokus pada Sungai Gandong dengan pendekatan analisis statistik ukuran butir sedimen dasar menggunakan parameter mean, sorting, skewness, dan kurtosis, sehingga memberikan karakterisasi tekstural sedimen dasar yang lebih spesifik.

## 2 METODOLOGI PENELITIAN

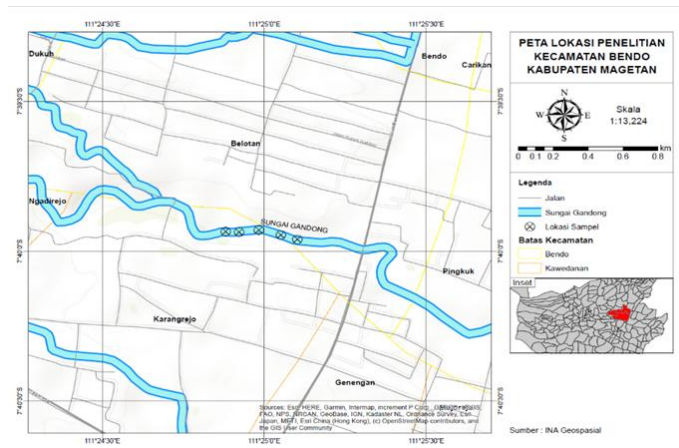
### 2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Studi untuk Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Statistik Distribusi Ukuran Butir Sedimen Dasar (*Bedload*) pada Sungai Gandong, Kecamatan Bendo, Magetan, Jawa Timur” Penelitian ini dilaksanakan di Sungai Gandong, yang terletak di Kabupaten Magetan, Provinsi Jawa Timur. Sungai ini merupakan salah satu anak sungai dari sistem aliran Bengawan Madiun yang berhulu di lereng Gunung Lawu. Secara geografis, wilayah hulu Sungai Gandong berada pada koordinat sekitar 7°39’–7°45’ Lintang Selatan dan 111°17’–111°24’ Bujur Timur. Untuk pengujian material sedimen dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang.

Tabel 1. Titik koorninat pengambilan sampel

No	Kode Sampel	Kedalaman (cm)	Koordinat Lintang (LS)	Koordinat Bujur (BT)
1	Gandong 1	± 15	111°25'14.11"T	7°39'57.33"S
2	Gandong 2	± 15	111°25'09.82"T	7°39'57.10"S
3	Gandong 3	± 15	111°25'04.26"T	7°39'56.73"S
4	Gandong 4	± 15	111°24'58.09"T	7°39'55.12"S
5	Gandong 5	± 15	111°24'52.99"T	7°39'54.88"S

(Sumber : Google Earth)



Gambar 1. Layout Lokasi Pengambilan Sampel Gandong  
(Sumber : Olah data, 2025)

## 2.2 Metode Pengumpulan Data

Pengambilan sampel sedimen dasar Sungai Gandong dilakukan dengan metode grab sampling menggunakan alat sediment grab sampler pada bagian dasar sungai. Sampel diambil pada posisi tengah aliran dengan kedalaman sekitar 10–15 cm dari dasar sungai, kemudian dimasukkan ke dalam wadah tahan air dan diberi label sesuai lokasi pengambilan. Selanjutnya, sampel sedimen dianalisis di laboratorium untuk mengetahui karakteristik fisiknya. Pengujian laboratorium meliputi uji saringan (*sieve analysis*) untuk memperoleh distribusi ukuran butir sedimen, yang digunakan dalam penyusunan kurva distribusi kumulatif serta perhitungan parameter statistik ukuran butir, yaitu mean, sorting, skewness, dan kurtosis berdasarkan metode Folk dan Ward (1957). Selain itu, dilakukan pengujian berat jenis sedimen sebagai data pendukung dalam karakterisasi material sedimen dasar.

## 2.3 Metode Analisis Dara

Metode analisis data pada penelitian ini dilakukan melalui analisis menyusun ukuran butir sedimen berdasarkan data hasil uji saringan (*sieve analysis*). Data berat kumulatif hasil pengayakan digunakan untuk menyusun kurva distribusi kumulatif dalam skala logaritmik ( $\phi$ ), dengan konversi ukuran butir menggunakan persamaan:

$$\phi = -\frac{\log(di)}{0.301} = -3,321\log(di) \quad (1)$$

Dimana,  $di$  adalah diameter dalam satuan milimeter (mm)

Karakteristik ukuran butir sedimen dasar ditentukan berdasarkan diameter median ( $D_{50}$ ), yaitu ukuran butir yang menunjukkan bahwa 50% berat kumulatif sedimen lebih halus dan 50% lebih kasar dari ukuran tersebut. Nilai  $D_{50}$  diperoleh dari kurva distribusi kumulatif hasil uji saringan, dengan menentukan diameter butir pada persentase lolos kumulatif sebesar 50%.

Nilai  $D_{50}$  selanjutnya digunakan untuk mengklasifikasikan jenis sedimen dasar dengan mengacu pada klasifikasi ukuran butir *American Geophysical Union* (AGU). Klasifikasi ini membagi sedimen berdasarkan rentang diameter butir, sehingga nilai  $D_{50}$  yang diperoleh dapat digunakan untuk menentukan kelas sedimen dominan,

seperti pasir sangat kasar, pasir kasar, pasir sedang, atau fraksi lainnya. Pendekatan ini digunakan karena  $D_{50}$  merepresentasikan ukuran butir dominan secara kuantitatif dan umum digunakan dalam kajian sedimentologi dan geomorfologi sungai.

Tabel 2. Klasifikasi Ukuran Butir Menurut AGU (*American Geophysical Union*)

Interval/Range (mm)	Nama	Interval/Range (mm)	Nama
4096 - 2048	Batu sangat besar	1/2 - 1/4	Pasir sedang
2048 - 1024	Batu besar	1/4 - 1/8	Pasir halus
1024 - 512	Batu sedang	1/8 - 1/16 (s/d 0.0625 mm)	Pasir sangat halus
512 - 256	Batu kecil	1/16 - 1/32	Lumpur kasar
256 - 128	Kerakal besar	1/32 - 1/64	Lumpur sedang
128 - 64	Kerakal kecil	1/64 - 1/128	Lumpur halus
64 - 32	Kerikil sangat kasar	1/128 - 1/256	Lumpur sangat halus
32 - 16	Kerikil kasar	1/256 - 1/512	Lempung kasar
16 - 8	Kerikil sedang	1/512 - 1/1024	Lempung sedang
8 - 4	Kerikil halus	1/1024 - 1/2048	Lempung halus
4 - 2	Kerikil sangat halus	1/2048 - 1/4096	Lempung sangat halus
2 - 1	Pasir sangat kasar	-	Koloid
1 - 1/2	Pasir kasar	-	-

(Sumber : Garde & Raju, 1985)

Parameter statistik ukuran butir sedimen dihitung menggunakan metode grafis Folk & Ward (1957) dan metode momen Krumbein & Pettijohn (1938) yang meliputi mean, sorting, skewness, dan kurtosis. Nilai persentil yang digunakan diperoleh dari kurva distribusi kumulatif, yaitu  $D_8, D_{16}, D_{25}, D_{50}, D_{75}, D_{84}$ , dan  $D_{95}$ .

Tabel 3. Formula Statistik Analisis Distribusi Ukuran Butir

Parameter Ukuran Butir	Metode Grafis dari Folk & Ward (1957)	Metode Momen dari Krumbein & Pettijohn (1938)
Mean	$M = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3}$	$\bar{x}_\phi = \frac{\sum fm}{n}$
Sorting	$\frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6}$	$\sigma_\phi = \sqrt{\frac{\sum f(m - \bar{x}_\phi)^2}{100}}$
Skewness	$Sk = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - (2 \cdot \phi_{50})}{2 \cdot (\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - (2 \cdot \phi_{50})}{2 \cdot (\phi_{95} - \phi_5)}$	$sk_\phi = \frac{\sum f(m - \bar{x}_\phi)^3}{100\sigma_\phi^3}$
Kurtosis	$K = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2,44 \cdot (\phi_{75} - \phi_{25})}$	$k_\phi = \frac{\sum f(m - \bar{x}_\phi)^4}{100\sigma_\phi^4}$

**Keterangan :**  $f$  adalah frekuensi tertahan dalam persen (%);  $m$  adalah nilai Tengah dari masing-masing interval ukuran butir ( $\phi$ ).

Hasil perhitungan parameter statistik tersebut kemudian diklasifikasikan untuk menginterpretasikan karakteristik sedimen dasar, meliputi ukuran butir dominan, tingkat pemilahan, kecenderungan distribusi, dan

bentuk kurva distribusi ukuran butir sedimen. Analisis ini digunakan untuk menggambarkan kondisi transportasi dan pengendapan sedimen dasar Sungai Gandong secara kuantitatif

Tabel 4. Klasifikasi Nilai Parameter Statistik Ukuran Butir

<b>Sorting</b>	<b>Karakteristik</b>
> 4	Extremely poor
2 – 4	Very Poor
1 – 2	Poor
0,71 – 1	Moderate
0.50 – 0,71	Moderately well
0,35 – 0,5	Well
< 0,35	Very well
<b>Skewness</b>	
-0,3 to -1	<i>very negatively skewed</i>
0,1 to -0,3	<i>negatively skewed</i>
-0,3 to 0,1	<i>nearly symmetrical</i>
0,1 to 0,3	<i>positively skewed</i>
0,3 to 1	<i>very positively skewed</i>
<b>Kurtosis</b>	
< 0.67	<i>very platykurtic</i>
0.67 - 0.90	<i>platykurtic</i>
0.90 - 1.11	<i>mesokurtic</i>
1.11 - 1.50	<i>leptokurtic</i>
> 1.50	<i>very leptokurtic</i>

(Sumber: Folk & Ward, 1957 dalam Junaidi & Wigati, 2011)

Pengujian berat jenis sedimen di laboratorium umumnya dilakukan menggunakan metode piknometer sesuai dengan SNI 1964:2008 tentang Metode Pengujian Berat Jenis Tanah. Metode ini dilakukan dengan menimbang piknometer kosong, piknometer berisi sedimen, piknometer berisi sedimen dan air, serta piknometer berisi air murni. Dari selisih berat tersebut, diperoleh massa partikel padat dan massa air yang menggantikan ruang pori partikel, sehingga berat jenis sedimen dapat dihitung. Rumus berat jenis menurut SNI 1964:2008 adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Parameter Pengujian Berat Jenis

Berat Picnometer	$W_1$	(gr)
Berat Picnometer + Tanah	$W_2$	(gr)
Berat Tanah	$W_t = W_2 - W_1$	(gr)
Temperatur		(°C)
Berat Picnometer + Air + Tanah	$W_3$	(gr)
Berat Picnometer + Air pada t	$W_4$	(gr)
$W_5 = W_t + W_4$		
Isi Tanah	$V$	(gr)
Berat Jenis Contoh	$G_s$	(gr)

Selain dikategorikan berdasarkan ukuran butir, jenis tanah juga dapat dikelompokkan menurut nilai berat jenisnya. Klasifikasi tersebut dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 6. Klasifikasi Berat Jenis (Hardiyatmo, 2012)

Jenis Tanah	$G_s$
Pasir	2,65 – 2,68
Lanau Organik	2,62 – 2,68
Lempung Organik	2,58 – 2,65
Lempung Anorganik	2,68 – 2,75
Gambut	< 2

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik dan klasifikasi sedimen dasar Sungai Gandong berdasarkan distribusi ukuran butir serta parameter statistik (mean, sorting, skewness, dan kurtosis), membandingkan hasil metode grafis dan metode momen, serta menginterpretasikan karakter sedimen pada lima lokasi pengambilan sampel.

#### 3.1 Klasifikasi Ukuran Butir Sedimen

Klasifikasi ukuran butiran sedimen dasar pada Sungai Gandong yang mengacu pada AGU (*American Geophysical Union*) pada Tabel 1 dilakukan berdasarkan hasil distribusi ukuran butir yang diperoleh dari analisa saringan. Klasifikasi ukuran butiran ditentukan berdasarkan ukuran ayakan untuk fraksi berbutir kasar dan ukuran atau diameter hasil proses sedimentasi untuk fraksi berbutir halus. Penentuan kelas butiran sedimen dilakukan dengan mengacu pada nilai diameter karakteristik ( $D_{50}$ ) dari material dasar.

Tabel 7. Analisa Butiran Sedimen Dasar Gandong

Sedimen dasar Gandong 1

Ukuran ayakan	Saringan	Saringan + Sampel	Tertahan	Lolos	Tertahan	Lolos	tertahan kum	Lolos kum
mm	Berat (gr)	Berat (gr)	Berat (gr)	Berat (gr)	%	%	%	%
75	0.000	0.000	0.000	2000.000	0.000	100.000	0.000	100.000
25.4	218.200	371.000	152.800	847.200	7.640	84.720	7.640	92.360
19	227.300	441.000	213.700	786.300	10.685	78.630	18.325	81.675
4.75	418.500	901.300	482.800	517.200	24.140	51.720	42.465	57.535
2.36	416.300	552.400	136.100	863.900	6.805	86.390	49.270	50.730
1.18	404.900	574.200	169.300	830.700	8.465	83.070	57.735	42.265
0.85	408.200	514.100	105.900	894.100	5.295	89.410	63.030	36.970
0.425	370.000	732.600	362.600	637.400	18.130	63.740	81.160	18.840
0.15	356.500	697.200	340.700	659.300	17.035	65.930	98.195	1.805
0.075	233.000	262.300	29.300	970.700	1.465	97.070	99.660	0.340
pan	424.200	431.000	6.800	993.200	0.340	99.320	100.000	0.000
			2000.000		100.000			

### Sedimen dasar Gandong 2

Ukuran ayakan	Saringan	Saringan + Sampel	Tertahan	Lolos	Tertahan	Lolos	Tertahan kum	Lolos kum
Inch	Berat (gr)	Berat (gr)	Berat (gr)	Berat (gr)	%	%	%	%
75	0.000	0.000	0.000	2000.000	0.000	100.000	0.000	100.000
25.4	0.000	0.000	0.000	2000.000	0.000	100.000	0.000	100.000
19	227.300	361.700	134.400	865.600	6.720	86.560	6.720	93.280
4.75	418.500	934.300	515.800	484.200	25.790	48.420	32.510	67.490
2.36	416.300	570.800	154.500	845.500	7.725	84.550	40.235	59.765
1.18	404.900	555.200	150.300	849.700	7.515	84.970	47.750	52.250
0.85	408.200	507.800	99.600	900.400	4.980	90.040	52.730	47.270
0.425	370.000	828.700	458.700	541.300	22.935	54.130	75.665	24.335
0.15	356.500	800.700	444.200	555.800	22.210	55.580	97.875	2.125
0.075	233.000	267.500	34.500	965.500	1.725	96.550	99.600	0.400
pan	424.200	432.200	8.000	992.000	0.400	99.200	100.000	0.000
			2000.000		100.000			

### Sedimen dasar Gandong 3

Ukuran ayakan	Saringan	Saringan + Sampel	Tertahan	Lolos	Tertahan	Lolos	Tertahan kum	Lolos kum
Inch	Berat (gr)	Berat (gr)	Berat (gr)	Berat (gr)	%	%	%	%
75	0.000	0.000	0.000	2000.000	0.000	100.000	0.000	100.000
25.4	218.200	442.300	224.100	775.900	11.205	77.590	11.205	88.795
19	227.300	482.200	254.900	745.100	12.745	74.510	23.950	76.050
4.75	418.500	762.900	344.400	655.600	17.220	65.560	41.170	58.830
2.36	416.300	521.500	105.200	894.800	5.260	89.480	46.430	53.570
1.18	404.900	553.400	148.500	851.500	7.425	85.150	53.855	46.145
0.85	408.200	533.500	125.300	874.700	6.265	87.470	60.120	39.880
0.425	370.000	706.300	336.300	663.700	16.815	66.370	76.935	23.065
0.15	356.500	734.000	377.500	622.500	18.875	62.250	95.810	4.190
0.075	233.000	300.000	67.000	933.000	3.350	93.300	99.160	0.840
pan	424.200	441.000	16.800	983.200	0.840	98.320	100.000	0.000
			2000.000		100.000			

### Sedimen dasar Gandong 4

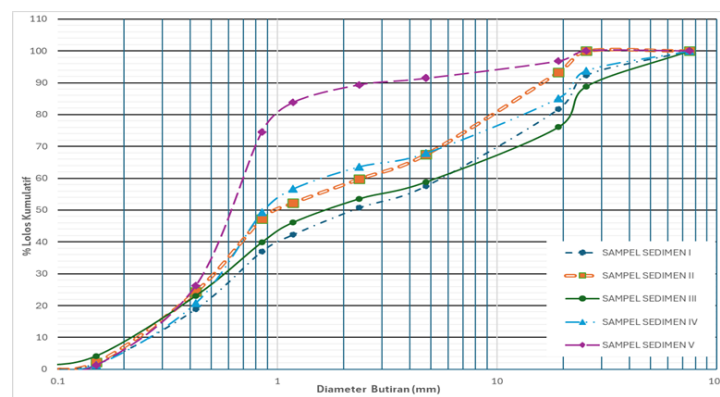
Ukuran ayakan	Saringan	Saringan + Sampel	Tertahan	Lolos	Tertahan	Lolos	Tertahan kum	Lolos kum
Inch	Berat (gr)	Berat (gr)	Berat (gr)	Berat (gr)	%	%	%	%
75	0.000	0.000	0.000	2000.000	0.000	100.000	0.000	100.000
25.4	218.200	442.300	224.100	775.900	11.205	77.590	11.205	88.795
19	227.300	482.200	254.900	745.100	12.745	74.510	23.950	76.050
4.75	418.500	762.900	344.400	655.600	17.220	65.560	41.170	58.830
2.36	416.300	521.500	105.200	894.800	5.260	89.480	46.430	53.570
1.18	404.900	553.400	148.500	851.500	7.425	85.150	53.855	46.145
0.85	408.200	533.500	125.300	874.700	6.265	87.470	60.120	39.880
0.425	370.000	706.300	336.300	663.700	16.815	66.370	76.935	23.065
0.15	356.500	734.000	377.500	622.500	18.875	62.250	95.810	4.190
0.075	233.000	300.000	67.000	933.000	3.350	93.300	99.160	0.840
pan	424.200	441.000	16.800	983.200	0.840	98.320	100.000	0.000
			2000.000		100.000			

Sedimen dasar Gandong 5

Ukuran ayakan	Saringan	Saringan + Sampel	Tertahan	Lolos	Tertahan	Lolos	Tertahan kum	Lolos kum
Inch	Berat (gr)	Berat (gr)	Berat (gr)	Berat (gr)	%	%	%	%
75	0.000	0.000	0.000	2000.000	0.000	100.000	0.000	100.000
25.4	0.000	0.000	0.000	2000.000	0.000	100.000	0.000	100.000
19	227.300	292.100	64.800	935.200	3.234	93.520	3.234	96.766
4.75	418.500	526.700	108.200	891.800	5.400	89.180	8.634	91.366
2.36	416.300	457.500	41.200	958.800	2.056	95.880	10.690	89.310
1.18	404.900	515.300	110.400	889.600	5.510	88.960	16.200	83.800
0.85	408.200	592.900	184.700	815.300	9.218	81.530	25.418	74.582
0.425	370.000	1338.600	968.600	31.400	48.341	3.140	73.759	26.241
0.15	356.500	856.000	499.500	500.500	24.929	50.050	98.687	1.313
0.075	233.000	253.500	20.500	979.500	1.023	97.950	99.711	0.289
pan	424.200	430.000	5.800	994.200	0.289	99.420	100.000	0.000
			2000.000		100.000			

(Sumber : Olah data, 2025)

Berdasarkan hasil pengujian analisis saringan, dapat disusun grafik uji ayakan (*sieve graph*) sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2. Grafik tersebut menunjukkan hubungan antara persentase sedimen yang lolos ayakan dan ukuran butir sedimen yang dinyatakan dalam satuan milimeter (mm).



Gambar 2. Grafik Analisa Butiran Sedimen Dasar (Sumber : Olah Data 2025)

Berdasarkan grafik Analisa butiran sedimen dasar sungai gandong, dapat diketahui nilai phi ( $\phi$ ) dari ukuran butir sedimen pada setiap sampel sedimen dengan menarik sumbu atau garis dari sumbu ordinat dari setiap nilai prosentase ke grafik frekuensi kumulatif, kemudian menarik garis ke bawah hingga menyentuh sumbu absis

Tabel 8. Parameter Distribusi Frekuensi Ukuran Butir Sedimen Dasar

Parameter Distribusi Frekuensi	Sedimen Dasar									
	mm					$\phi$				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Ukuran Butir										
$d_5$	0.18	0.18	0.16	0.17	0.20	2.47	2.47	2.64	2.56	2.32
$d_{16}$	0.38	0.32	0.30	0.32	0.31	1.40	1.64	1.74	1.64	1.69
$d_{25}$	0.55	0.45	0.52	0.48	0.42	0.86	1.15	0.94	1.06	1.25
$d_{50}$	2.40	0.90	1.60	0.90	0.65	-1.26	0.15	-0.68	0.15	0.62
$d_{75}$	13.00	7.50	18.00	9.00	0.92	-3.70	-2.91	-4.17	-3.17	0.12
$d_{84}$	20.00	12.00	22.00	18.00	1.25	-4.32	-3.58	-4.46	-4.17	-0.32
$d_{95}$	31.00	20.00	40.00	28.00	11.50	-4.95	-4.32	-5.32	-4.81	-3.52

(Sumber : Olah data, 2025)

Berdasarkan Tabel diketahui nilai ( $D_{50}$ ) dari setiap sampel. Maka, sampel 1 sedimen dasar Sungai Gandong dalam  $D_{50} = 2.40$  mm termasuk ke dalam klasifikasi pasir sangat kasar dengan tipe pola sampel *polymodal*. sampel 2 sedimen dasar Sungai Gandong dalam  $D_{50} = 0.90$  mm termasuk ke dalam kategori pasir kasar dengan tipe pola sampel *bimodal*. Sampel 3 sedimen dasar Sungai Gandong dalam  $D_{50} = 1.60$  mm termasuk ke dalam kategorin pasir sangat kasar dengan tipe pola sampel *bimodal*. sampel 4 sedimen dasar Sungai Gandong dalam  $D_{50} = 0.90$  mm termasuk dalam kategori pasir kasar dengan tipe pola sampel *bimodal*. Sampel 5 sedimen dasar Sungai Gandong dalam  $D_{50} = 0.65$  mm termasuk dalam kategori pasir kasar dengan tipe pola sampel *unimodal*.

### 3.2 Karakteristik Statistik Butiran Sedimen

Karakteristik statistik sedimen dianalisis menggunakan parameter statistik ukuran butir yang meliputi mean (rata-rata ukuran butir), sorting, skewness, dan kurtosis dengan metode grafis (Folk dan Ward, 1957) dan metode momen (Krumbein & Pettijohn, 1938).

Tabel 9. Hasil Perhitungan Parameter Statistik Ukuran Butir (Metode Grafik)

Parameter	Kode Sampel				
	Gandong 1	Gandong 2	Gandong 3	Gandong 4	Gandong 5
Mean	-1.40	-0.60	-1.13	-0.79	0.66
Sorting	-2.55	-2.34	-2.76	-2.57	-1.39
Skewnes	0.12	0.36	0.24	0.41	0.12
Kurtosis	0.67	0.69	0.64	0.64	2.12

(Sumber : Olah data, 2025)

Tabel 10. Hasil Perhitungan Parameter Statistik Ukuran Butir (Metode Momen)

Parameter	Kode Sampel				
	Gandong 1	Gandong 2	Gandong 3	Gandong 4	Gandong 5
Mean	-0.21	0.49	-0.26	0.36	1.62
Sorting	2.43	2.13	2.59	2.40	1.56
Skewnes	-0.06	-0.11	-0.12	-0.49	-1.40
Kurtosis	1.83	1.62	1.73	2.01	4.74

(Sumber : Olah data, 2025)

Tabel 11. Parameter Ukuran Butir Rata-rata

Kode Sampel	Parameter Ukuran Butir Rata-rata	
	Mean	
	MG	MM
Gandong 1	pasir sangat kasar	pasir sangat kasar
Gandong 2	pasir sangat kasar	pasir kasar
Gandong 3	pasir sangat kasar	pasir sangat kasar
Gandong 4	pasir sangat kasar	pasir kasar
Gandong 5	pasir kasar	pasir kasar

(Sumber : Olah data, 2025)

Tabel 12. Hasil Parameter Distribusi Frekuensi Ukuran Butir

Kode Sampel	Parameter Distribusi Frekuensi Ukuran Butir					
	Sorting		Skewness		Kurtosis	
	MG	MM	MG	MM	MG	MM
Gandong 1	<i>Very poorly sorted</i>	<i>Very poorly sorted</i>	<i>positively skewed</i>	<i>Symmetrical</i>	<i>Playkurtic</i>	<i>Playkurtic</i>
Gandong 2	<i>Very poorly sorted</i>	<i>Very poorly sorted</i>	<i>very positively skewed</i>	<i>Symmetrical</i>	<i>Playkurtic</i>	<i>Very platykurtic</i>
Gandong 3	<i>Very poorly sorted</i>	<i>Very poorly sorted</i>	<i>positively skewed</i>	<i>Symmetrical</i>	<i>Very platykurtic</i>	<i>Playkurtic</i>
Gandong 4	<i>Very poorly sorted</i>	<i>Very poorly sorted</i>	<i>very positively skewed</i>	<i>Coarse skewed</i>	<i>Very platykurtic</i>	<i>Platykurtic</i>
Gandong 5	<i>Poorly sorted</i>	<i>Poorly sorted</i>	<i>positively skewed</i>	<i>Very coarse skewed</i>	<i>Very Leptokurtic</i>	<i>Leptokurtic</i>

(Sumber : Olah data, 2025)

Karakteristik statistik sedimen dasar Sungai Gandong berdasarkan parameter mean menunjukkan dominasi fraksi pasir kasar hingga pasir sangat kasar pada seluruh lokasi pengambilan sampel. Hasil perhitungan menggunakan metode grafis dan metode momen menunjukkan variasi nilai antar lokasi, namun keduanya secara konsisten menggambarkan karakter sedimen berukuran relatif kasar. Berdasarkan parameter sorting, sedimen dasar umumnya tergolong *poorly sorted* hingga *very poorly sorted*, yang mencerminkan tingkat pemilahan butir yang rendah akibat proses transportasi dan pengendapan yang tidak selektif oleh fluktuasi energi aliran. Parameter skewness menunjukkan distribusi ukuran butir yang cenderung tidak simetris, dengan kecenderungan *positively skewed* hingga *coarse skewed*, sedangkan parameter kurtosis menunjukkan variasi dari *platykurtic* hingga *leptokurtic*, yang mengindikasikan perbedaan tingkat keruncingan distribusi ukuran butir dan dinamika pengendapan sedimen. Konsistensi hasil antara metode grafis dan metode momen terlihat pada kecenderungan nilai dan klasifikasi parameter statistik, khususnya pada mean dan sorting, meskipun terdapat perbedaan numerik akibat sensitivitas metode. Secara keseluruhan, karakter sedimen dasar Sungai Gandong didominasi oleh pasir berukuran sedang hingga sangat kasar dengan pola distribusi *unimodal*, *bimodal*, dan *polymodal*, yang mencerminkan variasi mekanisme transportasi sedimen dan energi aliran di sepanjang sungai.

#### 4 KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sedimen dasar Sungai Gandong didominasi oleh fraksi pasir kasar hingga sangat kasar berdasarkan analisis distribusi ukuran butir dan klasifikasi AGU menggunakan parameter  $D_{50}$ . Analisis statistik ukuran butir dengan metode grafis dan metode momen memperlihatkan nilai mean yang relatif konsisten, tingkat sorting yang umumnya *poorly sorted* hingga *very poorly sorted*, distribusi ukuran butir yang tidak simetris (*skewed*), serta variasi bentuk distribusi dari *platykurtic* hingga *leptokurtic*. Kondisi tersebut mencerminkan proses transportasi dan pengendapan sedimen yang berlangsung secara tidak selektif akibat variasi energi aliran. Keselarasan hasil antara kedua metode menunjukkan bahwa keduanya saling melengkapi dalam menggambarkan karakteristik sedimen dasar, sementara pola distribusi *unimodal*, *bimodal*, dan *polymodal* mengindikasikan ketidakseragaman energi aliran Sungai Gandong yang berpengaruh terhadap dinamika morfologi, stabilitas dasar sungai, serta potensi penggerusan dan pengendapan sedimen secara lokal.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arifianto, A., & Sudarsono, B. (2019). Karakteristik sedimen dasar sungai dan hubungannya dengan proses transportasi dan deposisi. *Jurnal Fondasi Teknik Sipil*, 5(2), 27–34.
- [2] Asdak, C. (2010). *Hidrologi dan pengelolaan daerah aliran sungai*. Gadjah Mada University Press.
- [3] Einstein, H. A. (1950). *The bedload function for sediment transport in open channel flow* (Technical Bulletin No. 1026). U.S. Department of Agriculture.
- [4] Folk, R. L., & Ward, W. C. (1957). Brazos River bar: A study of the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27(1), 3–26.
- [5] Garde, R. J., & Raju, K. G. R. (1985). *Mechanics of sediment transportation and alluvial stream problems* (2nd ed.). Wiley Eastern Limited.
- [6] Hadisantono, R. D., Djuri, D., & Hidayat, T. (2002). *Peta kawasan rawan bencana Gunung Api Merapi, Jawa Tengah dan DIY*. Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi.
- [7] Isnani, D. K., Nugroho, M. O. B., Rizkianto, Y., Yuditama, R. R., Ryan, A., & Maulana, A. (2022). Perbandingan analisis distribusi ukuran butir menggunakan metode momen dan metode grafis pada sedimen Sungai Progo dan Sungai Bogowonto. *Jurnal Ilmiah Geologi Pangea*, 9(1sp), 91–104.
- [8] Jaeggi, M. N. R. (1995). Sediment transport in mountain rivers: A review. In *Proceedings of the International Sabo Symposium* (pp. 53–64). Tokyo, Japan.
- [9] Junaidi. (2008). *Aspek ketidakseragaman butiran pada angkutan sedimen dasar* (Tesis, Universitas Gadjah Mada).
- [10] Junaidi, & Wigati, R. (2011). Analisis parameter statistik butiran sedimen dasar pada sungai alamiah (Studi kasus Sungai Krasak, Yogyakarta). *Wahana Teknik Sipil*, 16(2), 46–57.
- [11] Meyer-Peter, E., & Müller, R. (1948). Formula for bed-load transport. In *Proceedings of the 2nd Meeting of the International Association for Hydraulic Structures Research* (pp. 39–64). Stockholm, Sweden.
- [12] Pramono, H. (2016). Kajian morfologi sungai dan pengaruhnya terhadap sedimentasi di daerah hilir. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 18(1), 45–54.
- [13] Pramono, H. (2017). Analisis sedimentasi dan karakteristik sedimen di Sungai Progo Hulu. *Jurnal Teknik Pengairan*, 8(2), 65–73.
- [14] Rosyadewi, R., & Hidayah, Z. (2020). Perbandingan laju sedimentasi dan karakteristik sedimen di muara Socah Bangkalan dan Porong Sidoarjo. *Juvenil: Jurnal Ilmu Kelautan*, 1(1), 75–86. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v1i1.6832>
- [15] Sari, D., & Hadi, F. (2020). Analisis gradasi dan parameter statistik sedimen dasar Sungai Opak daerah Bantul. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 8(1), 45–53.
- [16] Shen, H. W., & Rao, C. X. (1991). Transport of uniform and non-uniform sediment sizes. In *Proceedings of the 5th Federal Interagency Sedimentation Conference* (Vol. 1, pp. 13–20). Las Vegas, NV.
- [17] Sosrodarsono, S., & Takeda, K. (2003). *Hidrologi untuk pengairan*. Pradnya Paramita.