

DISTRIBUSI SEDIMEN ARAH TEGAK LURUS PANTAI INDRAYANTI YOGYAKARTA PENENTUAN VARIABEL STATISTIK SEDIMEN PANTAI

Kuswartomo¹, Muhammad Satrio Wildan², Isnugroho³ dan Achmad Karim Fatchan⁴

¹Prodi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura, 57169

Email korespondensi: kus284@ums.ac.id

²Prodi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura, 57169

Email : smwildan@rocketmail.com

³Prodi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura, 57169

Email : isnugroho@ymail.com

⁴Prodi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura, 57169

Email : afk@ums.ac.id

ABSTRAK

Perubahan morfologi pantai Indrayanti sebagai masalah yang serius apabila tidak dikelola dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui distribusi ukuran butir sedimen di Pantai Indrayanti, Kabupaten Gunung Kidul, Yogyakarta. Penelitian ini menggunakan menggunakan klasifikasi *wentworth* dan variabel statistik, pengambilan sampel dengan *purposive sampling method*, dan analisis dengan ayakan dan *granulometri*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sedimen menurut distribusi ukuran butiran pada potongan A, B, C, D dan E tergolong *fine sand*. Sedimen menurut *wentworth* pada potongan A, B, C dan E tergolong butiran pasir kasar. Sedimen menurut *wentworth* pada potongan D tergolong butiran pasir sangat kasar. Variasi ukuran butiran A, B, C dan E mempunyai distribusi yang merata, sedangkan di potongan D terdistribusi tidak merata. Berdasarkan nilai deviasi standar sedimen di potongan A, B, C, D dan E tergolong dalam *Very Well Sorted*. Klasifikasi berdasarkan nilai koefisien pilah potongan A, B, C, D dan E tergolong dalam terpilah pasir berpilah baik adalah $1,0 < S_0 < 1,5$. Pada potongan A, B, C, D sedimen menurut nilai *skewness* tergolong dalam mencong sangat halus dengan nilai diameter sebesar +1. Nilai Kurtosis di potongan A diklasifikasikan runcing. Pada potongan B, C dan E diklasifikasikan cukup tumpul. Dan di potongan D diklasifikasikan tumpul.

Kata kunci: Coastal, Sedimen, Distribusi Sedimen, Klasifikasi Wentworth

ABSTRACT

Changes in the morphology of Indrayanti beach can be a serious problem if not properly managed. The purpose of this study is to determine the grain size distribution of sediment at Indrayanti Beach in Yogyakarta. This study uses the Wentworth classification and statistical variables, purposive sampling, sieve, and granulometry analysis. The results show that the sediment in sections A, B, C, D, and E are classified as fine sand based on the grain size distribution. On the other hand, Wentworth classifies the sediments in sections A, B, C, and E as coarse sand grains while section D is very coarse-grained go past. Grain size variations are evenly distributed in sections A, B, C, and E, but unevenly distributed in section D. The sediments in sections A, B, C, D, and E are classified as Very Well Sorted based on the standard deviation values. The coefficient of separation of pieces A, B, C, D, and E classified as well-sorted sand is 1.0, and piece A is classified as sharp. Sections B, C, and E are classified as extremely blunt. And it is classified as blunt in the D cut.

Keywords: Coastal, Sedimentation, Sediment Distribution, Wentworth Classification

1. PENDAHULUAN

Wilayah pantai saat ini menjadi daerah yang banyak dimanfaatkan untuk kegiatan manusia sebagai kawasan pemukiman, industri, pelabuhan, pertambakan, pariwisata, dan sebagainya. Peningkatan pemanfaatan kawasan pantai ini tentu dapat mempengaruhi keseimbangan dari sedimen di daerah pantai.

Perbedaan ukuran partikel sedimen pada dasar perairan dipengaruhi juga oleh perbedaan jarak dari sumber sedimen tersebut. Proses transportasi sedimen di pantai akan memberikan dampak pada perubahan kemiringan pantai, bahkan dapat mengganggu proses keseimbangan pantai. Jika keseimbangan tersebut terganggu maka akan ada kawasan pantai ditempat lain yang bertambah atau erosi pantai dan di tempat lain terjadi pengendapan sedimen yang berlebihan atau akresi [9].

Sedimen pada umumnya berupa partikel yang berasal dari cangkang, sisa kerangka organisme maupun pembongkaran bebatuan [6]. Proses erosi ataupun sedimentasi di pantai dapat diketahui berdasarkan informasi sifat sedimen.

Berbeda dengan transportasi sedimen pada sungai, angkutan sedimen yang terjadi di pantai merupakan akibat dari gabungan antara arus osilasi gelombang dengan aliran searah yang berupa arus sejajar pantai (*longshore current*), sirkulasi pantai (*nearshore circulation*), arus balik (*rip current*), dan arus bawah (*undertow*) [7]. Gabungan arus-arus tersebut ditambah dengan olakan turbulensi oleh gelombang pecah menjadikan angkutan sedimen di pantai sangat dinamis.

Sifat-sifat sedimen yang penting untuk diketahui antara lain ukuran partikel dan butir sedimen, rapat massa, komposisi mineral, porositas dan permeabilitas, bentuk butiran sedimen dan juga cepat endap (*fall velocity*). Menurut Triatmodjo (1999) mengatakan bahwa ukuran butir

sedimen merupakan informasi yang paling penting untuk diketahui, karena dengan informasi tersebut klasifikasi sedimen pantai dapat diketahui [10].

Yogyakarta merupakan salah satu contoh daerah yang terkenal dengan wisata pantainya. Salah satu pantai yang cukup terkenal yaitu Pantai Indrayanti, yang berada di Kabupaten Gunung Kidul, Yogyakarta. Lokasi dari Pantai Indrayanti yang merupakan Pantai Selatan dari Pulau Jawa identik dengan pergerakan arus dan gelombang ditambah lagi tingginya aktivitas manusia yang ada disana baik wisatawan, nelayan ataupun penduduk sekitar dapat mempengaruhi dinamika pantai baik itu erosi ataupun sedimentasi.

Oleh karena itu, lingkup cakupan penelitian terkait butiran sedimen dibatasi dengan pengambilan dan penelitian berupa sampel sedimen di pantai yaitu, 15 titik sampling yang berbeda dari 3 zona (zona A : zona surut terendah, zona B : zona 5 meter dari zona A dan zona C : zona 5 meter dari zona B) terbagi menjadi 5 potongan (A, B, C, D dan E) menggunakan metode *purposive sampling method*. *Grain size* yang digunakan dalam pengujian sesuai dengan klasifikasi *Wentworth*. Variabel statistik yang digunakan yaitu, rata-rata, *deviasi standard*, *skewness*, dan *kurtosis*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui distribusi ukuran butir sedimen di Pantai Indrayanti, Kabupaten Gunung Kidul, Yogyakarta. Sampel dikumpulkan dari 15 titik sampling yang berbeda dari 3 zona (zona A: zona surut terendah, zona B: zona 5 meter dari zona A dan zona C: zona 5 meter dari zona B) terbagi menjadi 5 potongan (A, B, C, D dan E) menggunakan *purposive sampling method*. Sedimen dikelompokkan dengan skala *Wentworth*. Analisis ayakan dan *granulometri* digunakan untuk mengetahui jenis sedimen dan penyebaran ukuran butirnya.

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui distribusi ukuran butiran, transportasi sedimen pantai berdasarkan tegak lurus pantai, dan analisis distribusi ukuran butiran sedimen dilakukan dengan pendekatan variabel statistik disepanjang Pantai Indrayanti, Kabupaten Gunung Kidul, Yogyakarta. Hasil dari penelitian ini akan dijadikan sebagai sumber informasi dan referensi dalam mengatur ataupun mengolah kawasan wisata Pantai Indrayanti, Kabupaten Gunung Kidul, Yogyakarta untuk kedepannya sebagai acuan untuk penelitian-penelitian yang akan datang.

Affandi dan Heron, melakukan penelitian serupa dengan tinjauan lokasi di Perairan Pesisir Banyuasin, Sumatra Utara [1]. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji distribusi sedimen dasar di perairan Pesisir Banyuasin. Pengambilan sampel sedimen dilakukan pada bulan Februari 2007 dengan menggunakan *Bottom Grab Sampler (Peterson Grab)* pada 40 stasiun. Sampel sedimen yang diperoleh selanjutnya dianalisis di laboratorium untuk penentuan besar ukuran butir dan dilakukan perhitungan statistik untuk menganalisis sebaran sedimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sedimen yang terdistribusi di perairan Banyuasin umumnya didominasi oleh ukuran kecil yaitu dalam kelompok lanau (*silt*) dengan kisaran sorting pada kategori *poorly sorted* dan *moderately sorted* serta *skweness* yang dominan simetris. Berdasarkan nilai rata-rata fraksi sedimen, diperoleh indikasi bahwa energi gerak air di muara Sungai Musi dan Sungai Upang jauh lebih tinggi dibanding dengan muara Sungai Banyuasin dan Air Saleh sehingga butiran sedimen fraksi liat dan debu selalu berada dalam bentuk suspensi.

Pantai merupakan zona pertemuan antara laut dan daratan yang akan selalu menyesuaikan profilnya dengan kondisi gerak air laut seperti arus, gelombang maupun pasang surut. Segala sesuatu yang terbawa oleh pergerakan air di laut tentunya akan berpangkal pada zona ini. Sesuatu yang terbawa air laut itu biasanya

ialah sedimen. Berbeda dengan transportasi sedimen pada sungai. Angkutan sedimen yang terjadi di pantai menurut Nizam merupakan akibat dari gabungan antara arus osilasi gelombang dengan aliran searah yang berupa arus sejajar pantai (*longshore current*), sirkulasi pantai (*nearshore circulation*), arus balik (*rip current*), dan arus bawah (*undertow*) [7]. Gabungan arus-arus tersebut ditambah dengan olakan turbulensi oleh gelombang pecah menjadikan angkutan sedimen di pantai sangat dinamis. Sedimen pantai dapat dicirikan dengan distribusi ukuran butir, rapat massa, bentuk butiran sedimen, cepat endap (*fall velocity*), komposisi mineral, porositas, dan permeabilitas. Dari faktor-faktor tersebut, yang paling penting adalah distribusi ukuran butir. Berdasarkan ukuran butirannya, sedimen dapat diklasifikasikan menjadi lempung (*clay*), lanau (*silt*), pasir (*sand*), kerikil (*gravel*), kerikil kasar (*pebble*), kerakal (*cobble*), dan berangkal (*boulder*). Klasifikasi berdasarkan ukuran butir yang umum digunakan dalam teknik pantai adalah klasifikasi *Wentworth*. Berdasarkan klasifikasi ini pasir yang mempunyai ukuran antara 0,0625 sampai 2,0 mm masih dibagi lagi menjadi lima sub bagian. Material yang sangat halus seperti lempung dan lanau mempunyai sifat kohesif. Distribusi butir sedimen diukur dengan menggunakan analisa ayakan dan disajikan dalam bentuk liku persentase kumulatif berat butiran yang lolos suatu ukuran ayakan tertentu. Hasil ayakan biasanya diplot pada kertas logaritmis. Jenis sedimen dasar dapat diketahui melalui analisa granulometri sedimen, yang terdiri dari analisa ukuran butir sedimen dan analisa penamaan jenis sedimen. Analisa distribusi ukuran butir sedimen dilakukan dengan menggunakan pendekatan statistik (kurva frekuensi kumulatif, mean, sortasi, kurtosis dan *skewness*) [5]. Pada umumnya yang dimaksud dengan ukuran pasir adalah mediannya (d_{50}). Sifat distribusi butiran sedimen dapat ditentukan secara statistik

berdasarkan metode grafis Folk sebagai berikut:

a. Rata-rata (μ , *mean*)

Rata-rata merupakan parameter statistik terbaik untuk menyatakan ukuran butiran yang tidak seragam. Nilainya secara statistik didekati dengan persamaan sebagai berikut.

$$\mu = \frac{(\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84})}{3} \quad (1)$$

Dengan ϕ = satuan skala *phi*.

b. Deviasi Standar (σ)

Deviasi standar merupakan ukuran pemilihan (*sorting*) butiran sedimen atau penyebaran distribusi sedimen terhadap nilai reratanya. Pada umumnya pasir pantai mempunyai *standar deviasi* yang berkisaran antara 0,5 sampai 2,0.

Secara statistik standar deviasi dinyatakan dengan persamaan.

$$\sigma = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6} \quad (2)$$

Selain *deviasi standar*, ukuran pemilihan dan penyebaran butiran disekitar nilai rerata sering dinyatakan dengan koefisien pilah (*sorting coefficient*) S_0 yang didefinisikan dengan persamaan:

$$S_0 = \sqrt{d_{75}/d_{25}} \quad (3)$$

Dengan d = diameter butiran (mm).

Nilai koefisien pilah pasir berpilah baik (*well-sorted sand*) adalah $1,0 < S_0 < 1,5$, berpilah sedang adalah $1,5 < S_0 < 2,0$ dan berpilah jelek (dengan kata lain pasir tersebut bergradasi baik, *well-graded sands*) adalah $S_0 < 2,0$.

c. *Skewness* (S_k)

Skewness merupakan ukuran ketidaksimetrisme penyebaran butir. Nilai *skewness* yang positif berarti sedimen mempunyai bagian halus yang lebih banyak, sebaliknya nilai negatif menunjukkan bahwa sedimen mempunyai bagian kasar yang lebih banyak. Secara matematis nilai *skewness* berkisar antara -1,0 hingga +1,0.

Secara statistik nilai *skewness* dihitung berdasar persamaan.

$$S_k = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - 2(\phi_{50})}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} + \phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)} \quad (4)$$

d. *Kurtosis* (K)

Kurtosis merupakan ukuran perbandingan antara pemilihan butiran di bagian ekor liku distribusi dengan pemilihan di bagian tengah. Bila bagian tengah lebih baik pemilihannya, maka likunya disebut *leptokurtic* atau berpuncak tajam (nilai K lebih besar dari 1,5). Bila bagian ekor lebih baik pemilihannya dari pada bagian tengah, maka liku disebut *platykurtic* atau berpuncak rata (nilai K antara 0,0 hingga 1,1).

Secara statistik nilai *kurtosis* didekati dengan persamaan.

$$K = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2,44(\phi_{75} - \phi_{25})} \quad (5)$$

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini memerlukan pengambilan data primer berupa sampel sedimen pada pantai Indrayanti, Kabupaten Gunung Kidul, Yogyakarta. Perencanaan metode analisis data berdasarkan asumsi yang direncanakan. Penelitian ini dilakukan dengan tahapan-tahapan tersebut dibawah ini.

Tahap pertama dimulai dengan melakukan studi literasi dari beberapa sumber referensi yang terkait dengan kajian penelitian. Selanjutnya menentukan metode penelitian sesuai rumusan masalah dan ruang lingkup penelitian.

Tahap kedua melakukan pengumpulan data yang terdiri dari data lab yang diperoleh dari hasil pembacaan ayakan sedimen di 15 titik yang dibagi menjadi 5 potongan sampel (A, B, C, D dan E) dan setiap sampel 3000 gram. Alat yang digunakan yaitu *Grain size*, Skop, Kayu, *Stopwatch timer*, *Plastic*, *sieve shaker*, *Calculator*, software *Microsoft Excel*, Timbangan digital. *Grain size analysis* atau analisa butiran sedimen ini dilakukan dengan menggunakan dua metode, yakni dengan menggunakan metode *Wentworth* dan *Sheppard*. Pengambilan data diperoleh

dari Pantai Indrayanti, Kabupaten Gunung Kidul, Yogyakarta. Pengambilan sampel sedimen berupa pengambilan sampel sedimen di *shade up* gelombang pantai yaitu, 15 titik sampling yang berbeda dari 3 zona (zona A : zona surut terendah, zona B : zona 5 meter dari zona A dan zona C : zona 5 meter dari zona B) terbagi menjadi 5 potongan (A, B, C, D dan E) metode *purposive sampling method*. Pengumpulan data *grain size* dengan cara pengambilan sampel sedimen dengan memberikan patok kayu di 15 titik dengan jarak 5 meter. Kemudian pengeringan sampel sedimen dengan menggunakan sinar matahari selama 1 minggu ini bertujuan untuk mendapatkan sedimen yang kering, yang nantinya digunakan untuk ayakan. Pengayakan sampel sedimen dengan menggunakan wadah ayakan (*sieve*) yang sudah disusun secara urut (no. 4, 10, 16, 30, 40, 60, 100, 200, dan pan) dan digetarkan dengan *sieve shaker* selama 10 menit. Proses pengayakan dilakukan di laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Ukuran butiran sedimen yang diperoleh dalam satuan diameter (d) untuk ukuran butiran dalam satuan mm. Parameter ukuran

butiran yang digunakan adalah d 5, d 16, d 25, d 50, d 75, d 84 dan d 95. Nilai diameter (d) ini didapatkan dari rumus $-3,3219 \log$ (ukuran butiran dalam satuan mm).

Tahap ketiga melakukan analisis dimulai dari menentukan distribusi sedimen arah tegak lurus pantai, selanjutnya menentukan analisis *grain size* sedimen dengan menggunakan metode *Wentworth*, serta menghitung Rata-rata (*mean*), *Deviasi Standart*, *Skewness* dan *Kurtosis*, kemudian menguraikannya dari perhitungan dalam bentuk hasil pembahasan.

Tahap keempat yaitu membuat kesimpulan terhadap hasil penelitian dan saran penulis apabila diperlukan.

3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Klasifikasi sedimen

Setelah dilakukannya proses pengayakan pada sampel sedimen yang berat totalnya adalah 3000 gr terdapat 5 sampel sedimen yang dibedakan menjadi A, B, C, D dan E, yang mana hasil lebih rincinya disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 1. Data Hasil Ayakan Potongan A

Nomor Saringan	Diameter (mm)	Berat Saringan (gr)	Berat Saringan + Tertahan (gr)	Berat Tertahan (gr)	Persen Sampel yang Tertahan (%)	Klasifikasi Partikel
4	4,75	415	425	10	0,33	kerikil
10	2,00	285	330	45	1,50	pasir sangat kasar
16	1,18	330	715	385	12,83	pasir sangat kasar
30	0,60	395	2470	2075	69,17	pasir kasar
40	0,43	320	755	435	14,50	pasir sedang
60	0,25	255	300	45	1,50	pasir sedang
100	0,15	390	395	5	0,17	pasir halus
200	0,08	285	285	0	0,00	pasir sangat halus
pan	-	380	380	0	0,00	lanau
Jumlah				3000,00	100,00	

Sumber: Hasil Pengayakan

Tabel 2. Data Hasil Ayakan Potongan B

<i>Nomor Saringan</i>	<i>Diameter (mm)</i>	<i>Berat Saringan (gr)</i>	<i>Berat Saringan + Tertahan (gr)</i>	<i>Berat Tertahan (gr)</i>	<i>Persen Sampel yang Tertahan (%)</i>	<i>Klasifikasi Partikel</i>
4	4,75	415	440	25	0,83	kerikil
10	2,00	285	315	30	1,00	pasir sangat kasar
16	1,18	330	500	170	5,67	pasir sangat kasar
30	0,60	395	2330	1935	64,50	pasir kasar
40	0,43	320	1095	775	25,83	pasir sedang
60	0,25	255	315	60	2,00	pasir sedang
100	0,15	390	395	5	0,17	pasir halus
200	0,08	285	285	0	0,00	pasir sangat halus
pan	-	380	380	0	0,00	lanau
Jumlah				3000,00	100,00	

Sumber: Hasil Pengayakan

Tabel 3. Data Hasil Ayakan Potongan C

<i>Nomor Saringan</i>	<i>Diameter (mm)</i>	<i>Berat Saringan (gr)</i>	<i>Berat Saringan + Tertahan (gr)</i>	<i>Berat Tertahan (gr)</i>	<i>Persen Sampel yang Tertahan (%)</i>	<i>Klasifikasi Partikel</i>
4	4,75	415	425	10	0,33	kerikil
10	2,00	285	315	30	1,00	pasir sangat kasar
16	1,18	330	560	230	7,67	pasir sangat kasar
30	0,60	395	2415	2020	67,33	pasir kasar
40	0,43	320	970	650	21,67	pasir sedang
60	0,25	255	310	55	1,83	pasir sedang
100	0,15	390	395	5	0,17	pasir halus
200	0,08	285	285	0	0,00	pasir sangat halus
pan	-	380	380	0	0,00	lanau
Jumlah				3000,00	100,00	

Sumber : Hasil Pengayakan

Tabel 4. Data Hasil Ayakan Potongan D

<i>Nomor Saringan</i>	<i>Diameter (mm)</i>	<i>Berat Saringan (gr)</i>	<i>Berat Saringan + Tertahan (gr)</i>	<i>Berat Tertahan (gr)</i>	<i>Persen Sampel yang Tertahan (%)</i>	<i>Klasifikasi Partikel</i>
4	4,75	415	420	5	0,17	kerikil

<i>Nomor Saringan</i>	<i>Diameter (mm)</i>	<i>Berat Saringan (gr)</i>	<i>Berat Saringan + Tertahan (gr)</i>	<i>Berat Tertahan (gr)</i>	<i>Persen Sampel yang Tertahan (%)</i>	<i>Klasifikasi Partikel</i>
10	2,00	285	310	25	0,83	pasir sangat kasar
16	1,18	330	2180	1850	61,67	pasir sangat kasar
30	0,60	395	1045	650	21,67	pasir kasar
40	0,43	320	745	425	14,17	pasir sedang
60	0,25	255	295	40	1,33	pasir sedang
100	0,15	390	395	5	0,17	pasir halus
200	0,08	285	285	0	0,00	pasir sangat halus
pan	-	380	380	0	0,00	lanau
Jumlah				3000,00	100,00	

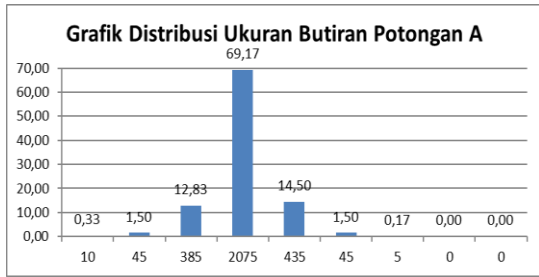
Sumber: Hasil Pengayakan

Tabel 5. Data Hasil Ayakan Potongan E

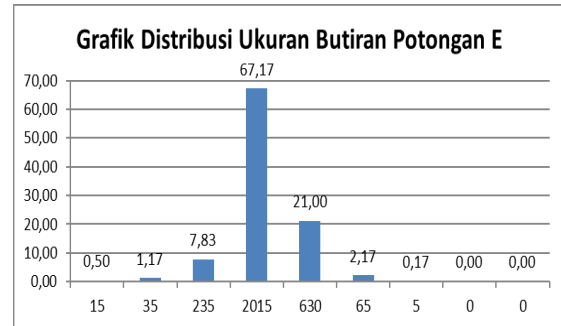
<i>Nomor Saringan</i>	<i>Diameter (mm)</i>	<i>Berat Saringan (gr)</i>	<i>Berat Saringan + Tertahan (gr)</i>	<i>Berat Tertahan (gr)</i>	<i>Persen Sampel yang Tertahan (%)</i>	<i>Klasifikasi Partikel</i>
4	4,75	415	430	15	0,50	kerikil
10	2,00	285	320	35	1,17	pasir sangat kasar
16	1,18	330	565	235	7,83	pasir sangat kasar
30	0,60	395	2410	2015	67,17	pasir kasar
40	0,43	320	950	630	21,00	pasir sedang
60	0,25	255	320	65	2,17	pasir sedang
100	0,15	390	395	5	0,17	pasir halus
200	0,08	285	285	0	0,00	pasir sangat halus
pan	-	380	380	0	0,00	lanau
Jumlah				3000,00	100,00	

Sumber: Hasil Pengayakan

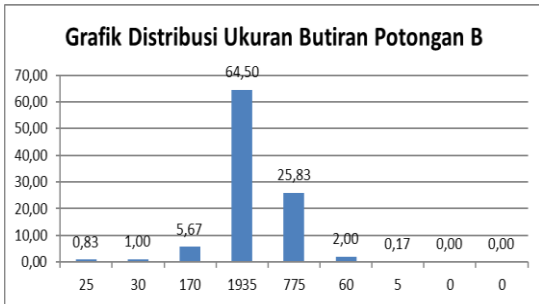
Berikut adalah distribusi ukuran butiran berdasarkan pengayakan Tabel 1, 2, 3, 4, dan 5.



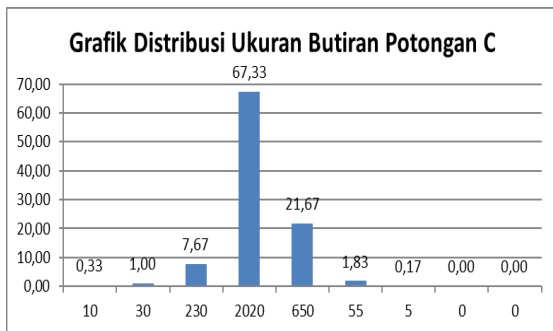
Gambar 1. Grafik Distribusi Ukuran Butiran Potongan A



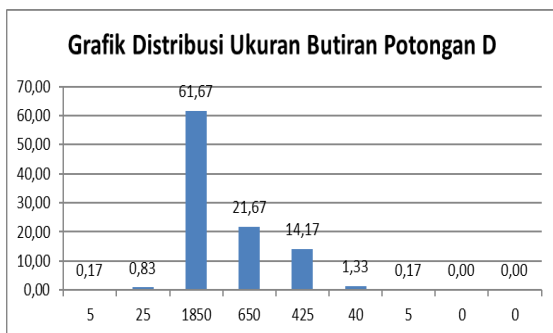
Gambar 5. Grafik Distribusi Ukuran Butiran Potongan E



Gambar 2. Grafik Distribusi Ukuran Butiran Potongan B



Gambar 3. Grafik Distribusi Ukuran Butiran Potongan C



Gambar 4. Grafik Distribusi Ukuran Butiran Potongan D

Dari Tabel 1, 2, 3, 4 dan 5 dapat dilihat bahwa persentase terbesar terdapat pada distribusi ukuran butiran nomor 30 yang memiliki diameter 0,60 mm sedangkan berdasarkan tabel distribusi butiran sedimen dibawah ini menyatakan bahwa sampel sedimen dominan tergolong kedalam kelompok *fine sand*. *Fine sand* dapat digolongkan dengan sedimen yang memiliki diameter butiran berkisar 0,42-2 mm. Tabel 4 juga dapat dilihat bahwa persentase terbesar terdapat pada distribusi ukuran butiran nomor 16 yang memiliki diameter 1,18 mm yang mana berdasarkan tabel distribusi butiran sedimen dibawah ini menyatakan bahwa sampel sedimen dominan tergolong kedalam kelompok *fine sand*. *Fine sand* dapat digolongkan dengan sedimen yang memiliki diameter butiran berkisar 0,42-2 mm.

Tabel 6. Distribusi Ukuran Butiran

Sieve Constituent	Size Limits
Boulder	12 in, (305 mm) or more
Cobbles	3 in (76mm) – 12 in (305 mm)
Fine Gravel	¾ in (19mm) – 3 in (76 mm)
Coarse Sand	4.75 mm (no. 4 sieve) – ¾ in (19 mm)
Medium Sand	2 mm (no. 10 sieve) – 4.75 mm (no.4 sieve)
Fine Sand	0.42 mm (no.40 sieve) – 2 mm (no. 10 sieve)
Fine Sand	0.075 mm (no.200 sieve) – 0.42 mm (no.40 sieve)

Sieve Constituent	Size Limits
Fines	Less than 0.0075 mm (no. 200 sieve)

Sumber: Klasifikasi Wentworth

Analisis Metode Wentworth

Dari Tabel 1, 2, 3 dan 5 dapat diketahui bahwa persentase terbesar terdapat pada patikel pasir kasar dengan total persentase sebesar 69,17%, 64,50%, 67,33%, dan 67,17% yang terdapat pada wadah ayakan nomor 30. Tabel 4 dapat diketahui bahwa persentase terbesar terdapat pada patikel pasir sangat kasar dengan total persentase sebesar 61,67% yang terdapat pada wadah ayakan nomor 16.

Tabel 7. Klasifikasi Sedimen Berdasarkan Ukuran Butiran Sedimen *Wentworth*

No	Nama	Diameter (mm)
1	Kerakal	>0.6400
2	Kerikil	4.0000 – 64.0000
3	Gravel	2.0000 – 4.0000
4	Pasir sangat kasar	1.0000 – 2.0000
5	Pasir kasar	0.5000 – 1.0000
6	Pasir sedang	0.2500 – 0.5000
7	Pasir halus	0.1250 – 0.2500
8	Pasir sangat halus	0.0625 – 0.1250
9	Lanau	0.0039 – 0.0625
10	Lempung	<0.0039

Sumber: Klasifikasi Wentworth

Pengklasifikasian ini berdasarkan pada tabel klasifikasi sedimen berdasarkan ukuran butiran sedimen menurut *Wentworth*. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa sampel sedimen titik A, B, C, dan E tergolong pada ukuran butiran golongan pasir kasar. Sedangkan sampel sedimen titik D tergolong pada ukuran butiran golongan pasir sangat kasar.

Analisis variabel statistik sedimen

Hasil perhitungan data masing-masing ayakan didapat hasil sebagai berikut:

Tabel 8. Nilai Berat Tertahan Potongan A

Diameter butiran (mm)	W _{tertahan} (gr)	% Tertahan	% Kumulatif	
			Tertahan	Lolos
4,75	10	0,33%	0,33%	99,67%
2,00	45	1,50%	1,83%	98,17%
1,18	385	12,83%	14,67%	85,33%
0,60	2075	69,17%	83,83%	16,17%
0,43	435	14,50%	98,33%	1,67%
0,25	45	1,50%	99,83%	0,17%
0,15	5	0,17%	100,00%	0,00%
0,08	0	0,00%	100,00%	0,00%
0,04	0	0,00%	100,00%	0,00%

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 9. Nilai Berat Tertahan Potongan B

Diameter butiran (mm)	W _{tertahan} (gr)	% Tertahan	% Kumulatif	
			Tertahan	Lolos
4,75	25	0,83%	0,83%	99,17%
2,00	30	1,00%	1,83%	98,17%
1,18	170	5,67%	7,50%	92,50%
0,60	1935	64,50%	72,00%	28,00%
0,43	775	25,83%	97,83%	2,17%
0,25	60	2,00%	99,83%	0,17%

Diameter butiran (mm)	W _{tertahan} (gr)	% Tertahan	% Kumulatif	
			Tertahan	Lolos
0,15	5	0,17%	100,00%	0,00%
0,08	0	0,00%	100,00%	0,00%
0,04	0	0,00%	100,00%	0,00%

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 10. Nilai Berat Tertahan Potongan C

Diameter butiran (mm)	W _{tertahan} (gr)	% Tertahan	% Kumulatif	
			Tertahan	Lolos
4,75	10	0,33%	0,33%	99,67%
2,00	30	1,00%	1,33%	98,67%
1,18	230	7,67%	9,00%	91,00%
0,60	2020	67,33%	76,33%	23,67%
0,43	650	21,67%	98,00%	2,00%
0,25	55	1,83%	99,83%	0,17%
0,15	5	0,17%	100,00%	0,00%
0,08	0	0,00%	100,00%	0,00%
0,04	0	0,00%	100,00%	0,00%

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 11. Nilai Berat Tertahan Potongan D

Diameter butiran (mm)	W _{tertahan} (gr)	% Tertahan	% Kumulatif	
			Tertahan	Lolos
4,75	5	0,17%	0,17%	99,83%
2,00	25	0,83%	1,00%	99,00%

Diameter butiran (mm)	W _{tertahan} (gr)	% Tertahan	% Kumulatif	
			Tertahan	Lolos
1,18	1850	61,67%	62,67%	37,33%
0,60	650	21,67%	84,33%	15,67%
0,43	425	14,17%	98,50%	1,50%
0,25	40	1,33%	99,83%	0,17%
0,15	5	0,17%	100,00%	0,00%
0,08	0	0,00%	100,00%	0,00%
0,04	0	0,00%	100,00%	0,00%

Sumber: Hasil Perhitungan

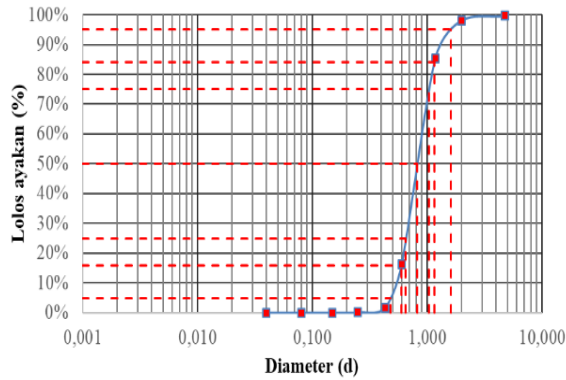
Tabel 12. Nilai Berat Tertahan Potongan E

Diameter butiran (mm)	W _{tertahan} (gr)	% Tertahan	% Kumulatif	
			Tertahan	Lolos
4,75	15	0,50%	0,50%	99,50%
2,00	35	1,17%	1,67%	98,33%
1,18	235	7,83%	9,50%	90,50%
0,60	2015	67,17%	76,67%	23,33%
0,43	630	21,00%	97,67%	2,33%
0,25	65	2,17%	99,83%	0,17%
0,15	5	0,17%	100,00%	0,00%
0,08	0	0,00%	100,00%	0,00%
0,04	0	0,00%	100,00%	0,00%

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan nilai berat tertahan serta persentase sampel yang lolos di

setiap ayakan pada Tabel 8, 9, 10, 11, dan 12 dapat dibuat grafik sebagai berikut:

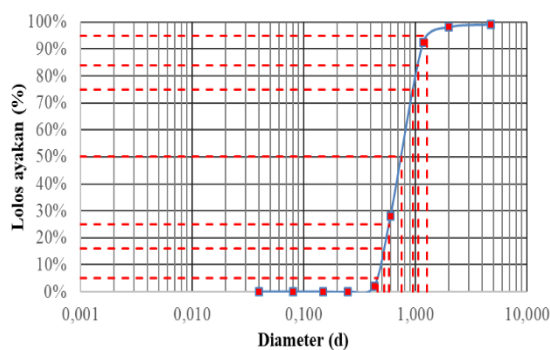


Gambar 7. Grafik Nilai Diameter (d) Potongan A

Tabel 13. Diameter (d) Potongan A

<i>Diameter (d)</i>	
d5	0,480
d16	0,600
d25	0,650
d50	0,820
d75	1,030
d84	1,160
d95	1,610

Sumber: Hasil Perhitungan



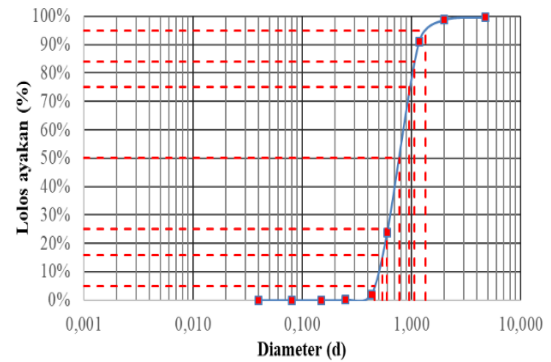
Gambar 8. Grafik Nilai Diameter (d) Potongan B

Tabel 14. Diameter (d) Potongan B

<i>Diameter (d)</i>	
d5	0,460
d16	0,530

<i>Diameter (d)</i>	
d25	0,580
d50	0,750
d75	0,950
d84	1,060
d95	1,280

Sumber: Hasil Perhitungan

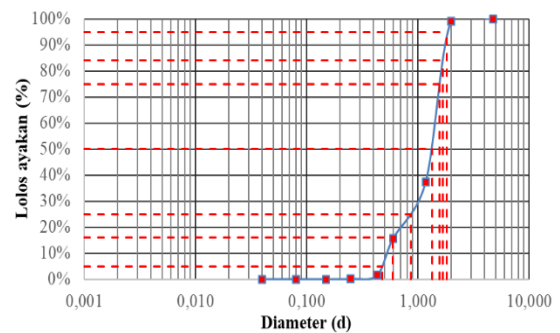


Gambar 9. Grafik Nilai Diameter (d) Potongan C

Tabel 15. Diameter (d) Potongan C

<i>Diameter (d)</i>	
d5	0,460
d16	0,540
d25	0,600
d50	0,780
d75	0,960
d84	1,070
d95	1,350

Sumber: Hasil Perhitungan



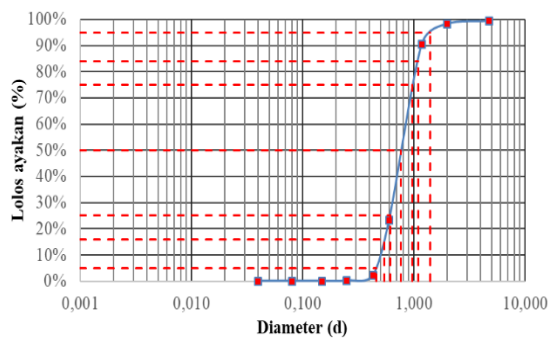
Gambar 10. Grafik Nilai Diameter (d) Potongan D

Alasan terjadi perbedaan hasil pada Gambar 9, dikarenakan saat pengambilan terjadi hempasan gelombang *shade up* dan *shade down* yang mengakibatkan ada butiran pasir yang dibawa ke laut.

Tabel 16. Diameter (d) Potongan D

Diameter (d)	
d5	0,480
d16	0,600
d25	0,870
d50	1,350
d75	1,570
d84	1,670
d95	1,820

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 11. Grafik Nilai Diameter (d) Potongan E

Tabel 17. Diameter (d) Potongan E

Diameter (d)	
d5	0,460
d16	0,540
d25	0,610
d50	0,770
d75	0,970
d84	1,090
d95	1,400

Sumber: Hasil Perhitungan

Setelah dilakukannya analisa terhadap variabel statistik sedimen maka dapat

ditentukan Rata-rata (*mean*), Deviasi Standar, *Skewness*, dan *Kurtosis* berdasarkan metode grafis folk sebagai berikut:

a. Rata-Rata (μ , *mean*)

Rata-rata merupakan parameter statistik terbaik untuk menyatakan ukuran butiran yang tidak seragam. Nilainya diameter secara statistik dari persamaan (1) sebagai berikut:

$$\mu_A = \frac{(0,6+0,82+1,16)}{3} = 0,860 \text{ mm}$$

$$\mu_B = \frac{(0,53+0,75+1,06)}{3} = 0,780 \text{ mm}$$

$$\mu_C = \frac{(0,54+0,78+1,07)}{3} = 0,797 \text{ mm}$$

$$\mu_D = \frac{(0,6+1,35+1,67)}{3} = 1,207 \text{ mm}$$

$$\mu_E = \frac{(0,54+0,77+1,09)}{3} = 0,800 \text{ mm}$$

b. Deviasi Standar (σ)

Deviasi standar merupakan ukuran pemilihan (*sorting*) butiran sedimen atau penyebaran distribusi sedimen terhadap nilai reratanya. Pada umumnya pasir pantai mempunyai standar deviasi yang berkisaran antara 0,5 sampai 2,0.

Secara statistik *standar deviasi* didapat nilai diameter dari persamaan (2) sebagai berikut:

$$\sigma_A = \frac{1,16-0,6}{4} + \frac{1,61-0,48}{6,6} = 0,311 \text{ mm}$$

$$\sigma_B = \frac{1,06-0,53}{4} + \frac{1,28-0,46}{6,6} = 0,257 \text{ mm}$$

$$\sigma_C = \frac{1,07-0,54}{4} + \frac{1,35-0,46}{6,6} = 0,267 \text{ mm}$$

$$\sigma_D = \frac{1,67-0,6}{4} + \frac{1,82-0,48}{6,6} = 0,471 \text{ mm}$$

$$\sigma_E = \frac{1,09-0,54}{4} + \frac{1,40-0,46}{6,6} = 0,280 \text{ mm}$$

Nilai deviasi standar berdasarkan persamaan diatas menyatakan bahwa sedimen tergolong dalam *Very Well Sorted*. Penggolongan ini sesuai dengan pengklasifikasian nilai standar deviasi menurut folk dan Ward yang diterangkan dalam tabel berikut [5]:

Tabel 18. Klasifikasi Nilai Standar Deviasi

<0.35 d	very well sorted 0.35 -
0.50 d	well sorted 0.50 -
0.71 d	moderately well sorted 0.71 -
1.00 d	moderately sorted 1.00 -
2.00 d	poorly sorted 2.00 -
4.00 d	Very poorly sorted
>4.00 d	extremely poorly sorted

Sumber: Klasifikasi Wentworth

Selain deviasi standar, ukuran pemilihan dan penyebaran butiran disekitar nilai rerata sering dinyatakan dengan koefisien pilah (*sorting coefficient*) S_0 yang didefinisikan dengan persamaan (3).

$$S_{0A} = \sqrt{1,03/0,65} = 0,792$$

$$S_{0B} = \sqrt{0,95/0,58} = 0,819$$

$$S_{0C} = \sqrt{0,96/0,60} = 0,800$$

$$S_{0D} = \sqrt{1,57/0,87} = 0,902$$

$$S_{0E} = \sqrt{0,97/0,61} = 0,795$$

Nilai koefisien pilah pasir berpilah baik (*well-sorted sand*) adalah $1,0 < S_0 < 1,5$, berpilah sedang adalah $1,5 < S_0 < 2,0$ dan berpilah jelek (dengan kata lain pasir tersebut bergradasi baik, *well-graded sands*) adalah $S_0 < 2,0$. Berdasarkan persamaan 16, 17, 18, 19 dan 20 maka diperoleh nilai koefisien pilah pasir berpilah baik (*well-sorted sand*) adalah $1,0 < S_0 < 1,5$.

c. *Skewness* (S_k)

Skewness merupakan ukuran ketidaksimmetrisan penyebaran butir. Nilai *skewness* yang positif berarti sedimen mempunyai bagian halus yang lebih banyak, sebaliknya nilai negatif menunjukkan bahwa sedimen mempunyai bagian kasar yang lebih banyak. Secara matematis nilai *skewness* berkisar antara -1,0 hingga +1,0.

Secara statistik nilai *skewness* dihitung berdasar persamaan (4).

$$S_{kA} = \frac{0,6+1,16-2(0,82)}{2(1,16-0,6)} + \frac{0,48+1,61+0,82}{2(1,61-0,48)} = 1,395$$

$$S_{kB} = \frac{0,53+1,06-2(0,75)}{2(1,06-0,53)} + \frac{0,46+1,28+0,75}{2(1,28-0,46)} = 1,603$$

$$S_{kC} = \frac{0,54+1,07-2(0,78)}{2(1,07-0,54)} + \frac{0,46+1,35+0,78}{2(1,35-0,46)} = 1,502$$

$$S_{kD} = \frac{0,6+1,67-2(1,35)}{2(1,67-0,6)} + \frac{0,48+1,82+1,35}{2(1,82-0,48)} = 1,161$$

$$S_{kE} = \frac{0,54+1,09-2(0,77)}{2(1,09-0,54)} + \frac{0,46+1,40+0,77}{2(1,40-0,46)} = 1,481$$

Nilai *skewness* diatas menyatakan bahwa sedimen ini tergolong dalam mencong sangat halus dengan nilai diameter sebesar +1. Penggolongan ini sesuai dengan pengklasifikasian nilai *skewness* menurut Folk dan Ward yang diterangkan dalam tabel berikut [5]:

Tabel 19. Klasifikasi Nilai *Skewness*

Nilai <i>Skewness</i>	Keterangan
+1 s/d +0,3	Mencong sangat halus
+0,3 s/d +0,1	Mencong halus
+0,1 s/d -0,1	Mencong simetris
-0,1 s/d -0,3	Mencong kasar
-0,3 s/d -1	Mencong sangat kasar

Sumber: Klasifikasi Wentworth

d. Kurtosis (K)

Kurtosis merupakan ukuran perbandingan antara pemilihan butiran di bagian ekor liku distribusi dengan pemilihan di bagian tengah. Bila bagian tengah lebih baik pemilihannya, maka likunya disebut *leptokurtic* atau berpuncak tajam (nilai K lebih besar dari 1,5). Bila bagian ekor lebih baik pemilihannya dari pada bagian tengah, maka liku

disebut *platykurtic* atau berpuncak rata (nilai K antara 0,0 hingga 1,1).

Secara statistik nilai *kurtosis* didekati dengan persamaan (5).

$$K_A = \frac{1,61-0,48}{2,44(1,03-0,65)} = 1,219$$

$$K_B = \frac{1,28-0,46}{2,44(0,95-0,58)} = 0,908$$

$$K_C = \frac{1,35-0,46}{2,44(0,96-0,60)} = 1,013$$

$$K_D = \frac{1,82-0,48}{2,44(1,57-0,87)} = 0,785$$

$$K_E = \frac{1,40-0,46}{2,44(0,97-0,61)} = 1,070$$

Nilai kurtosis berdasarkan gambar 1, 2, 3, 4 dan 5 menyatakan bahwa sedimen K_A tergolong dalam runcing dengan nilai diameter 1,219, sedimen K_B tergolong dalam cukup tumpul dengan nilai diameter 0,908, sedimen K_C tergolong dalam cukup tumpul dengan nilai diameter 1,013, sedimen K_D tergolong dalam tumpul dengan nilai diameter 0,785, sedimen K_E tergolong dalam cukup tumpul dengan nilai diameter 1,070. Penggolongan ini sesuai dengan pengklasifikasian nilai *kurtosis* menurut Folk dan Ward (1977) yang diterangkan dalam tabel berikut [5]:

Tabel 20 Klasifikasi Nilai *Kurtosis*

Nilai <i>Kurtosis</i>	Keterangan
<0,67	Sangat tumpul
0,67 - 0,9	Tumpul
0,9 - 1,11	Cukup tumpul
1,11 - 1,5	Runcing
1,5 - 3	Sangat runcing
>3	Sangat runcing sekali

Sumber: Klasifikasi Wentworth

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukannya analisa sampel sedimen yang diambil di pantai Indrayanti, Kabupaten Gunung Kidul, Yogyakarta maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Sampel sedimen menurut Distribusi Ukuran Butiran pada potongan A, B, C, D dan E sedimen tergolong pada kelompok *fine sand*. Sedangkan sampel sedimen menurut *Wentworth* pada potongan A, B, C dan E tergolong pada ukura butiran golongan pasir kasar. Sedangkan sampel sedimen menurut *Wentworth* pada potongan D tergolong pada ukura butiran golongan pasir sangat kasar.
- Variasi ukuran butiran A, B, C dan E mempunyai distribusinya merata, sedangkan dipotongan D distribusi sedimennya tidak merata.
- Nilai rata-rata (μ , *mean*) yang didapatkan dipotongan A 0,860 mm, dipotongan B 0,780 mm, dipotongan C 0,797 mm, dipotongan D 1,207 mm dan di potongan E 0,800 mm. Berdasarkan nilai *Deviasi Standar* sampel sedimen dipotongan A, B, C, D dan E tergolong dalam *Very Well Sorted*. Klasifikasi berdasarkan nilai koefisien pilah (*sorting coefficient*) pada potongan A, B, C, D dan E tergolong dalam koefisien pilah pasir berpilah baik (*well-sorted sand*) adalah $1,0 < S_0 < 1,5$. Pada potangan A, B, C, D dan E, Sampel sedimen menurut nilai *skewness* (S_k) tergolong dalam mencong sangat halus dengan nilai diameter sebesar +1. Nilai *Kurtosis* (K) yang didapatkan di potongan A tergolong dalam klasifikasi runcing. Pada potongan B, C dan E memiliki klasifikasi yang sama yaitu cukup tumpul. Dan dipotongan D didapatkan klasifikasi tumpul.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Affandi, A. K., dan Heron, S. (2012). "Distribusi Sedimen Dasar Di Perairan Pesisir Banyuasin, Sumatera Selatan". Maspari Journal, Vol. 4 No. 1, 33-39
- [2] Ahdannabiel, H., Widada, S., dan Hariadi, (2017). "Distribusi Sedimen Dasar Akibat Arus Sejajar Pantai Di Sekitar Groin Di Perairan Pantai

- Widuri Pernalang". J-OCE, Vol. 6 No. 4, 650 – 658
- [3] Bayhaqi, A., dan Dunga, C. M. A., (2015). "Distribusi Butiran Sedimen Di Pantai Dalegan, Gresik, Jawa Timur". Depik, Vol. 4 No. 3, 153-159.
- [4] Firmansyah, M. S., Putri, A. D. D., Munandar, M. A., Aden, L. Y., Arief, N. A., (2014). Laporan Praktikum Geologi Laut Analisa Butiran Sedimen Pantai Goa China Malang Selatan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang.
- [5] Folk, R. L. (1980). Petrology of Sedimentary Rocks. Hemhill Publisihing Company, Texas.
- [6] Hutabarat, S. dan S.M. Evans. (2000). Pengantar Oseanografi. Universitas Indonesia, Jakarta.
- [7] Nizam. (1994). Diklat Proses Kepantaraan Bagian I (TKS 752). Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Program Pasca Sarjana Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- [8] Sinambela, Daniel, (2018) "Pola Transportasi Dan Distribusi Sedimen Di Pantai Kondang Merak, Malang, Jawa Timur". Sarjana thesis, Universitas Brawijaya.
- [9] Tokndekut. R. (2013). Distribusi Spasial Sedimen Pesisir Pada Teluk Ambon Dalam. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Pattimura Ambon.
- [10] Triatmojo, Bambang. (1999). Teknik Pantai. Beta Offset, Yogyakarta.