

**ANALISIS DISTRIBUSI UKURAN BUTIRAN SEDIMEN
BERDASARKAN POLA ARUS
DI TELUK POPOH, KABUPATEN TULUNGAGUNG, JAWA TIMUR**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

Oleh :
**RESTI PRABAWATI MAWARNI
NIM. 105080601111005**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2014**

**ANALISIS DISTRIBUSI UKURAN BUTIRAN SEDIMEN
BERDASARKAN POLA ARUS
DI TELUK POPOH, KABUPATEN TULUNGAGUNG, JAWA TIMUR**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

Sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Kelautan
Di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya

Oleh :
RESTI PRABAWATI MAWARNI
NIM. 105080601111005



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2014**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS DISTRIBUSI UKURAN BUTIRAN SEDIMEN
BERDASARKAN POLA ARUS
DI TELUK POPOH, KABUPATEN TULUNGAGUNG, JAWA TIMUR

Oleh :

RESTI PRABAWATI MAWARNI
NIM. 105080601111005

Telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 11 Juli 2014
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Penguji I

(Ir. Bambang Semedi, M.Sc, Ph.D)

NIP. 19621220 198803 1 004

Tanggal :

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

(Dr. Ir. Guntur, MS)

NIP. 19580605 198601 1 001

Tanggal :

Dosen Penguji II

(M. Arif Zainul Fuad, S.Kel, M.Sc)

NIP. 19801005 200501 1 002

Tanggal :

Dosen Pembimbing II

(Nurin Hidayati, ST, M.Sc)

NIP. 19781102 200501 2 002

Tanggal :

Mengetahui
Ketua Jurusan

(Dr. Ir. Daduk Setyohadi, MP)

NIP. 19630608 198703 1 003

Tanggal :

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini merupakan hasil karya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat tulisan, pendapat atau bentuk lain yang telah diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam laporan ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 11 Juli 2014

Penulis

Resti Prabawati Mawarni

NIM. 105080601111005

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan terselesaikannya penyusunan Skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan Skripsi ini, sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS., selaku Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.
2. Dr.Ir.Daduk Setyohadi, MP., selaku Ketua Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan dan Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.
3. Ir. Bambang Semedi, M.Sc, Ph.D, selaku Ketua Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.
4. Dr. Ir. Guntur, MS. dan Nurin Hidayati, ST, M.Sc, selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberi masukan, pengarahan dan bimbingan selama proses penyusunan skripsi.
5. Semua Staf Pengajar PSPK dan Ilmu Kelautan yang telah membagikan ilmunya.
6. Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan, motivasi dan doa restunya.
7. Kakak-kakak tingkat dan teman-teman Ilmu Kelautan angkatan 2010 atas bantuan, motivasi dan saran, serta seluruh pihak yang terlibat dalam penyusunan skripsi ini.

Malang, 11 Juli 2014

Penulis

RINGKASAN

RESTI PRABAWATI MAWARNI. Analisis Distribusi Ukuran Butiran Sedimen Berdasarkan Pola Arus di Teluk Popoh, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur (dibawah bimbingan **Guntur dan Nurin Hidayati**).

Sekitar 70,8% permukaan yang ditutupi laut merupakan lingkungan tumpahan material-material sedimen yang terjadi secara fisika, kimiawi, maupun organik dan membentuk berbagai macam variasi sedimen. Sedimen laut dangkal berbeda dengan sedimen laut dalam. Mekanisme dari sedimen laut dangkal banyak dipengaruhi oleh gelombang, arus, sungai, interaksinya terhadap kontinen dan organisme laut. Sedangkan sedimen laut dalam dipengaruhi oleh faktor fisika dan kimia sebagai penentu jenis sedimen. Selain itu, faktor yang sangat berperan penting dalam pengendapan sedimen adalah arus dan bentuk dasar perairan. Arus yang deras akan mengendapkan butiran sedimen yang kasar dan arus yang lemah akan mengendapkan butiran sedimen yang halus. Sedangkan bentuk dasar perairan akan berpengaruh terhadap letak sedimen. Pada dasar perairan yang berbentuk lereng umumnya bagian atas terisi oleh sedimen berbutir halus dan bagian bawah akan terisi oleh sedimen berbutir kasar karena pengaruh gaya gravitasi. Sedimen halus terangkut dalam bentuk suspensi, sedangkan sedimen kasar terangkut dekat dasar laut. Partikel yang lebih besar akan tenggelam lebih cepat daripada yang berukuran kecil.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui ukuran partikel dan jenis sedimen, pola pergerakan arus dan kecepatan arus serta hubungan ukuran butiran sedimen dengan kecepatan arus.

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mengumpulkan data primer dan data sekunder. Data primer yang dilakukan berupa pengambilan sedimen menggunakan Ekman Grab, pengukuran butiran sedimen menggunakan *ASTM Standar Test Sieve*, penentuan jenis sedimen dengan menggunakan klasifikasi sedimen skala Wentworth dan segitiga Shepard serta pengukuran kecepatan arus dengan menggunakan current meter. Sedangkan data sekunder berupa pengolahan data pasang surut dengan menggunakan software TMD dan pengolahan data arus dengan menggunakan software Surfer 10.

Dari proses penentuan jenis sedimen dengan menggunakan klasifikasi sedimen skala Wentworth dan segitiga Shepard diperoleh 76-98% jenis sedimen di Teluk Popoh berupa pasir (*sand*). Kecepatan arus rata-rata adalah 1,56 m/s dengan pola pergerakan dominan ke arah barat. Sedangkan hubungan keduanya menunjukkan semakin besar kecepatan arus makin besar juga ukuran butiran sedimen yang dibawa.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya laporan Skripsi yang berjudul “Analisis Distribusi Ukuran Butiran Sedimen Berdasarkan Pola Arus di Teluk Popoh, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur” dapat terselesaikan dengan baik. Dalam skripsi ini, akan dijelaskan bagaimana cara mengambil sedimen, cara mengukur ukuran butir sedimen, penentuan jenis sedimen di Teluk Popoh, proses pengukuran kecepatan arus sehingga diperoleh hubungan keduanya.

Penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan dalam penulisan laporan Skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga dapat menyempurnakan isi laporan skripsi ini. Semoga laporan ini bisa bermanfaat bagi para pembaca.

Malang, 11 Juli 2014

Penulis

Resti Prabawati Mawarni

NIM. 105080601111005

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----------|
| RINGKASAN | i |
| KATA PENGANTAR | ii |
| DAFTAR ISI | iii |
| DAFTAR TABEL | v |
| DAFTAR GAMBAR | vii |
| DAFTAR LAMPIRAN | ix |
| 1. PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 4 |
| 1.3 Tujuan | 5 |
| 1.4 Kegunaan..... | 5 |
| 1.5 Tempat dan Waktu Penelitian..... | 6 |
| 2. TINJAUAN PUSTAKA..... | 8 |
| 2.1 Pantai | 8 |
| 2.1.1 Definisi Pantai..... | 8 |
| 2.1.2 Tipe Pantai | 9 |
| 2.2 Sedimen..... | 11 |
| 2.2.1 Definisi Sedimen..... | 11 |
| 2.2.2 Jenis-jenis Sedimen..... | 12 |
| 2.2.3 Klasifikasi Ukuran Butir Sedimen | 14 |
| 2.3 Pengukuran Distribusi Ukuran Butiran Sedimen | 16 |
| 2.4 Analisa Pengendapan Butiran Sedimen | 18 |
| 2.4.1 Distribusi Ukuran Butiran | 18 |
| 2.4.2 Bentuk Butiran Sedimen | 19 |
| 2.5 Lingkungan Pengendapan..... | 21 |
| 2.6 Proses Sedimentasi | 24 |
| 2.7 Transport Sedimen..... | 26 |
| 2.8 Faktor Hidro-Oseanografi | 27 |
| 2.8.1 Arus | 27 |
| 2.8.2 Pasang Surut..... | 28 |
| 3. METODE PENELITIAN..... | 33 |
| 3.1 Lokasi Penelitian | 33 |
| 3.2 Alat dan Bahan Penelitian | 35 |
| 3.2.1 Alat Penelitian..... | 35 |
| 3.2.2 Bahan Penelitian..... | 36 |



| | | |
|-------|---|-----|
| 3.3 | Prosedur Penelitian | 36 |
| 3.4 | Data Primer | 38 |
| 3.4.1 | Sedimen | 38 |
| 3.4.2 | Kecepatan Arus | 40 |
| 3.5 | Data Sekunder | 41 |
| 3.5.1 | Pasang Surut | 41 |
| 3.5.2 | Data Arus | 41 |
| 3.6 | Analisa Sampel Sedimen | 41 |
| 3.7 | Analisa Granulometri | 45 |
| 3.7.1 | Mean | 47 |
| 3.7.2 | Sortasi (Sorting) | 47 |
| 3.7.3 | Skewness (Kemiringan/Kepencengan) | 48 |
| 3.7.4 | Kurtosis | 49 |
| 3.8 | Analisa Data | 51 |
| 4. | HASIL DAN PEMBAHASAN | 54 |
| 4.1 | Hasil Penelitian | 54 |
| 4.1.1 | Gambaran Umum Lokasi Penelitian | 54 |
| 4.1.2 | Ukuran Butiran Sedimen | 55 |
| 4.1.3 | Analisa Granulometri | 87 |
| 4.2 | Pembahasan | 92 |
| 4.2.1 | Hubungan Ukuran Butiran Sedimen dengan Kecepatan Arus | 92 |
| 4.2.2 | Hubungan Analisis Granulometri dengan Kecepatan Arus | 93 |
| 4.3 | Kurva Hjulstrom | 95 |
| 4.4 | Pasang Surut | 96 |
| 5. | PENUTUP | 98 |
| 5.1 | Kesimpulan | 98 |
| 5.2 | Saran | 98 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 99 |
| | LAMPIRAN | 103 |



DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---|---------|
| 1. Jadwal Penelitian..... | 7 |
| 2. <i>ASTM Sieve Scale</i> | 17 |
| 3. Karakteristik Lingkungan Sedimentasi Darat..... | 22 |
| 4. Karakteristik Lingkungan Sedimentasi Transisi..... | 23 |
| 5. Karakteristik Lingkungan Sedimentasi Laut | 24 |
| 6. Titik Lokasi Pengambilan Sampel Sedimen | 34 |
| 7. Alat-alat yang Digunakan dalam Penelitian..... | 35 |
| 8. Bahan yang Digunakan dalam Penelitian..... | 36 |
| 9. Ukuran <i>Mesh</i> Ayakan..... | 44 |
| 10. Hasil Konversi Diameter Butiran | 45 |
| 11. Klasifikasi Sortasi..... | 48 |
| 12. Klasifikasi Nilai-nilai Skewness | 49 |
| 13. Klasifikasi Nilai-nilai Kurtosis..... | 50 |
| 14. Persentase Jenis Sedimen Stasiun 1 | 55 |
| 15. Persentase Jenis Sedimen Stasiun 2..... | 57 |
| 16. Persentase Jenis Sedimen Stasiun 3..... | 59 |
| 17. Persentase Jenis Sedimen Stasiun 4..... | 61 |
| 18. Persentase Jenis Sedimen Stasiun 5..... | 63 |
| 19. Persentase Jenis Sedimen Stasiun 6..... | 65 |
| 20. Persentase Jenis Sedimen Stasiun 7..... | 67 |
| 21. Persentase Jenis Sedimen Stasiun 8..... | 69 |
| 22. Persentase Jenis Sedimen Stasiun 9..... | 71 |
| 23. Persentase Jenis Sedimen Stasiun 10..... | 73 |
| 24. Persentase Jenis Sedimen Stasiun 11..... | 75 |
| 25. Persentase Jenis Sedimen Stasiun 12..... | 77 |
| 26. Persentase Jenis Sedimen Stasiun 13..... | 79 |
| 27. Persentase Jenis Sedimen Stasiun 14..... | 81 |
| 28. Persentase Jenis Sedimen Stasiun 15..... | 83 |
| 29. Nilai phi..... | 87 |
| 30. Nilai dan Klasifikasi Parameter Statistik Sedimen | 88 |

31. Data Pengukuran Kecepatan Arus (*In situ*) 89
32. Komponen-Komponen Pasang Surut..... 97



DAFTAR GAMBAR

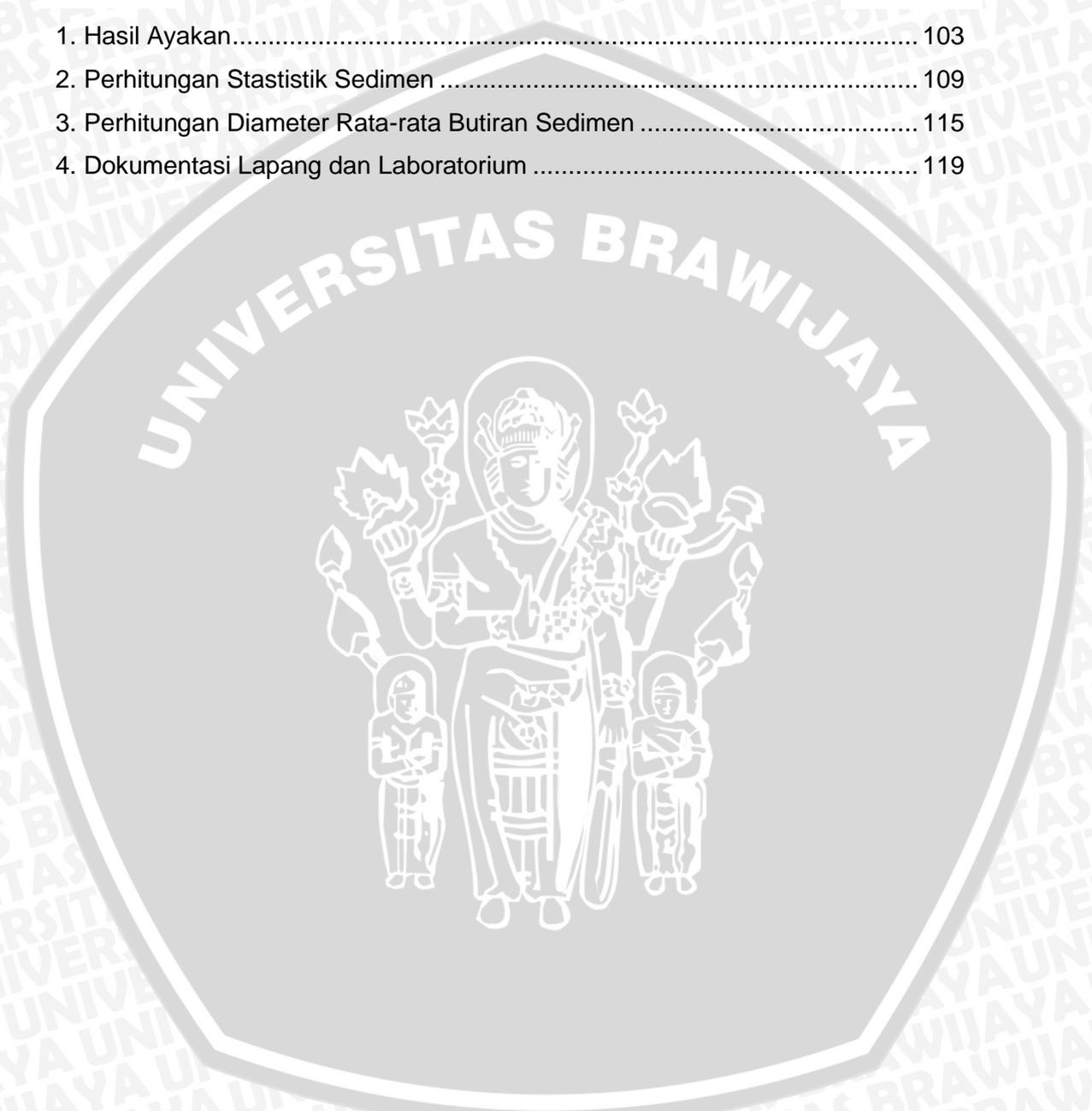
| Gambar | Halaman |
|--|---------|
| 1. Pembagian Daerah Pantai..... | 9 |
| 2. Klasifikasi Ukuran Butir Sedimen Berdasarkan ASTM dan Wentworth..... | 15 |
| 3. Histogram Ukuran Butiran Sedimen..... | 18 |
| 4. Distribusi Kumulatif Ukuran Pasir..... | 19 |
| 5. Sketsa Tingkatan Roundness dan Sphericity Partikel Sedimen Berukuran Pasir | 20 |
| 6. Klasifikasi Bentuk <i>Pebble</i> | 21 |
| 7. Gerak dan Imbangan Sedimen Pantai | 28 |
| 8. Tipe Pasang Surut Harian..... | 29 |
| 9. <i>Spring Tides</i> (a) Bulan penuh (bulan purnama); (b) Bulan baru | 30 |
| 10. <i>Neap Tides</i> (c) Bulan Seperempat; (d) Bulan Tigaperempat | 31 |
| 11. Peta Lokasi Penelitian | 33 |
| 12. Alur Penelitian..... | 37 |
| 13. Ekman Grab dan Bagian-bagiannya | 38 |
| 14. Proses Pengambilan Sampel Sedimen..... | 39 |
| 15. Pengukuran Kecepatan Arus | 40 |
| 16. Proses Pengeringan Sampel Sedimen..... | 42 |
| 17. Proses Pengayakan Sampel Sedimen..... | 43 |
| 18. Penentuan Nilai Phi | 46 |
| 19. Penyebaran Ukuran Partikel Sedimen (Sorting)..... | 47 |
| 20. Macam-macam Bentuk Kurva Kurtosis | 50 |
| 21. Klasifikasi Sedimen Menurut Skala Wentworth | 51 |
| 22. Segitiga Shepard | 52 |
| 23. Peta Teluk Popoh | 55 |
| 24. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 1 | 56 |
| 25. Tekstur Sedimen Stasiun 1 | 57 |
| 26. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 2 | 58 |
| 27. Tekstur Sedimen Stasiun 2..... | 59 |
| 28. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 3 | 60 |
| 29. Tekstur Sedimen Stasiun 3..... | 61 |

| | |
|--|----|
| 30. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 4 | 62 |
| 31. Tekstur Sedimen Stasiun 4..... | 63 |
| 32. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 5 | 64 |
| 33. Tekstur Sedimen Stasiun 5..... | 65 |
| 34. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 6 | 66 |
| 35. Tekstur Sedimen Stasiun 6..... | 67 |
| 36. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 7 | 68 |
| 37. Tekstur Sedimen Stasiun 7..... | 69 |
| 38. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 8 | 70 |
| 39. Tekstur Sedimen Stasiun 8..... | 71 |
| 40. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 9 | 72 |
| 41. Tekstur Sedimen Stasiun 9..... | 73 |
| 42. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 10..... | 74 |
| 43. Tekstur Sedimen Stasiun 10..... | 75 |
| 44. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 11..... | 76 |
| 45. Tekstur Sedimen Stasiun 11 | 77 |
| 46. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 12..... | 78 |
| 47. Tekstur Sedimen Stasiun 12..... | 79 |
| 48. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 13..... | 80 |
| 49. Tekstur Sedimen Stasiun 13..... | 81 |
| 50. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 14..... | 82 |
| 51. Tekstur Sedimen Stasiun 14..... | 83 |
| 52. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 15..... | 84 |
| 53. Tekstur Sedimen Stasiun 15..... | 85 |
| 54. Persentase Ukuran Butiran Sedimen Semua Stasiun | 86 |
| 55. Pola Pergerakan Arus Bulan Maret 2012 | 91 |
| 56. Pola Pergerakan Arus Tahun 2012 | 92 |
| 57. Hubungan Ukuran Butiran Sedimen dengan Kecepatan Arus..... | 93 |
| 58. Kurva Hjulstrom | 95 |
| 59. Grafik Pasang Surut Teluk Popoh Bulan Maret 2014 | 96 |



DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Halaman |
|---|---------|
| 1. Hasil Ayakan..... | 103 |
| 2. Perhitungan Stastistik Sedimen | 109 |
| 3. Perhitungan Diameter Rata-rata Butiran Sedimen | 115 |
| 4. Dokumentasi Lapang dan Laboratorium | 119 |



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kawasan pantai merupakan kawasan yang sangat dinamis dengan berbagai ekosistem yang hidup disana dan saling mempunyai keterkaitan antara satu dan lainnya. Salah satu bentuk dinamisasi kawasan pantai yang terjadi secara terus-menerus adalah perubahan garis pantai. Perubahan garis pantai yang terjadi berupa pengikisan badan pantai (abrasi) dan penambahan badan pantai (sedimentasi atau akresi). Proses-proses tersebut terjadi akibat dari pergerakan sedimen, arus dan gelombang yang berinteraksi dengan kawasan pantai secara langsung (Wibowo,2012).

Kawasan laut dan pesisir Jawa Timur mempunyai luas hampir dua kali luas daratannya yaitu $\pm 47.220 \text{ km}^2$ dengan panjang garis pantai sekitar 2.128 km. Kawasan pesisir dan laut Jawa Timur dikelompokkan menjadi beberapa kawasan pesisir dan laut, diantaranya kawasan pesisir utara, pesisir timur dan pesisir selatan. Kawasan pesisir utara dan timur umumnya dimanfaatkan untuk transportasi laut, pelestarian alam, budidaya laut, pariwisata dan pemukiman nelayan. Sedangkan kawasan pesisir selatan, umumnya merupakan pantai terjal dan berhadapan langsung dengan Samudera Hindia yang memiliki gelombang besar, sehingga bagian tertentu saja yang dikembangkan menjadi pemukiman dan area pariwisata (Salahuddin dan Mulyana, 2010).

Pantai Sidem dan Pantai Popoh merupakan bagian dari pantai selatan Jawa. Kedua pantai tersebut terletak di perairan Teluk Popoh, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur yang berada di balik bukit dan berhadapan langsung dengan Samudera Hindia, sehingga perairannya berwarna biru. Pantai Popoh telah dikembangkan oleh Pemerintah Daerah Kabupaten Tulungagung sebagai tempat

wisata, sedangkan Pantai Sidem masih berupa hamparan pasir berwarna campuran coklat, abu-abu dan putih (kandungan besi). Sidem merupakan hilir sungai Tulungagung yang menjadi pusat kendali seluruh sungai di Tulungagung dari berbagai arah, sehingga tidak terjadi banjir. Di dekat pantai Sidem terdapat bendungan yang digunakan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), yang dikenal dengan PLTA Niama. Letak Pantai Sidem berada di sebelah barat Pantai Popoh dan merupakan perkampungan yang padat penduduk. Di Pantai Sidem dapat ditemui dua arus air bertemu, yaitu antara air sungai dan air laut. Pertemuan air ini terlihat adanya perbedaan antara warna air sungai dan air laut. Air dari sungai berwarna kecoklatan karena membawa partikel sedimen dari sungai.

Sungai merupakan salah satu sumber pemasok bahan organik dan sedimen ke perairan. Sedimen berupa lanau dan lempung biasanya dalam bentuk suspensi dan terbawa oleh angin. Pada saat hujan turun kedua jenis sedimen ini terbawa oleh aliran air dan masuk ke aliran sungai, selanjutnya bermuara di laut (Selley, 1976 dalam Helfinalis, 2000). Menurut Postma (1967) dalam Helfinalis (2000), aliran sungai yang membawa sedimen akan mengendapkan pasir di mulut sungai dan di sekitar perairan dekat muara sungai, sedangkan lanau dan lempung di endapkan di dasar perairan lepas pantai.

Menurut Satriadi (2004), di laut terdapat dua macam sedimen yaitu sedimen laut dangkal dan sedimen laut dalam. Mekanisme dari sedimen laut dangkal banyak dipengaruhi oleh gelombang, arus, sungai, interaksinya terhadap kontinen dan organisme laut. Sedangkan sedimen laut dalam dipengaruhi oleh faktor fisika dan kimia sebagai penentu jenis sedimen.

Selain faktor yang telah disebutkan diatas, faktor yang sangat berperan penting dalam pengendapan sedimen adalah arus dan bentuk dasar perairan

tersebut. Arus yang deras akan mengendapkan butiran sedimen yang kasar dan arus yang lemah akan mengendapkan butiran sedimen yang halus. Sedangkan bentuk dasar perairan akan berpengaruh terhadap letak sedimen. Pada dasar perairan yang berbentuk lereng umumnya bagian atas terisi oleh sedimen berbutir halus dan bagian bawah akan terisi oleh sedimen berbutir kasar karena pengaruh gaya gravitasi (Minarto,2008). Dyer (1986) dalam Purnawan (2012), menjelaskan bahwa sedimen dengan ukuran yang lebih halus lebih mudah berpindah dan cenderung lebih cepat daripada ukuran kasar. Sedimen halus terangkut dalam bentuk suspensi, sedangkan sedimen kasar terangkut dekat dasar laut. Selanjutnya, partikel yang lebih besar akan tenggelam lebih cepat daripada yang berukuran kecil.

Triatmodjo (2008) menjelaskan bahwa sedimen pantai biasanya berasal dari erosi garis pantai itu sendiri, yang di bawa oleh sungai dari daratan dan yang terbawa oleh arus ke daerah pantai yang berasal dari laut dalam. Sifat-sifat pantai sangat penting diketahui untuk mempelajari proses pantai dan sedimentasi. Sifat-sifat tersebut meliputi ukuran partikel dan distribusi butir sedimen, rapat massa, bentuk, kecepatan endap, tahanan terhadap erosi, dan lain sebagainya.

Menurut Hardjojo dalam Solihuddin (2011), proses sedimentasi di perairan dapat menimbulkan pendangkalan dan penurunan kualitas air. Banyaknya partikel sedimen yang dibawa oleh aliran sungai ke laut akan diendapkan di sekitar muara sungai, sehingga menyebabkan pendangkalan muara sungai dan menyebabkan banjir apabila musim hujan tiba.

Ukuran butir merupakan hal yang sangat mendasar dalam pergerakan partikel sedimen, transportasi dan proses pengendapan. Beberapa alasan perlunya menganalisa ukuran butir (*grain size*) yaitu: dapat mendeskripsikan

dasar sedimen, karakteristik pengendapan di berbagai lingkungan, memberikan informasi tentang mekanisme fisik selama proses pengendapan dan sifat permeabilitas (Blatt, 1972 *dalam* Supriyadi, *et al.*, 1996). Selain itu, menganalisa ukuran butir sedimen dapat menjelaskan hal-hal berikut: menggambarkan daerah asal sedimen, perbedaan jenis partikel sedimen, ketahanan partikel dari bermacam-macam komposisi terhadap proses weathering, erosi, abrasi dan transportasi, serta proses yang berperan dalam transportasi dan deposisi sedimen (Rifardi, 2008 *dalam* Mukminin, 2008)

1.2 Rumusan Masalah

Di wilayah sekitar Teluk Popoh terdapat Pantai Sidem dan Pantai Popoh. Sidem merupakan daerah hilir sungai Tulungagung yang menjadi pusat kendali seluruh sungai di Tulungagung sehingga tidak terjadi banjir. Namun saat ini dampak dari aliran sungai mulai terlihat, yaitu adanya pengendapan di Pantai Sidem. Diduga faktor yang mempengaruhi terjadinya pengendapan adalah karena bentuk perairan yang berupa teluk dan adanya materi pengendapan yang berasal dari muara sungai Parit Agung. Selain itu, letak Sidem yang berbatasan dengan Pantai Popoh juga mempengaruhi kegiatan nelayan. Sehingga wilayah Teluk Popoh rentan terhadap proses sedimentasi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengetahui daerah-daerah yang memiliki potensi sedimentasi cukup tinggi adalah dengan mengetahui ukuran butiran dan jenis sedimen yang terdapat di lokasi tersebut. Selain data ukuran butir dan jenis sedimen, diperlukan data arus untuk mengetahui pola pergerakan ukuran butiran sedimen di Teluk Popoh.

1.3 Tujuan

Tujuan dilaksanakannya penelitian mengenai distribusi ukuran butiran sedimen di Teluk Popoh, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui ukuran partikel dan jenis sedimen di Teluk Popoh, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur.
2. Mengetahui pola kecepatan dan arah arus di Teluk Popoh, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur.
3. Mengetahui hubungan ukuran butiran sedimen dengan kecepatan arus yang terdapat di Teluk Popoh, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur.

1.4 Kegunaan

Kegunaan dari penelitian mengenai distribusi ukuran butiran sedimen di Teluk Popoh, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur adalah sebagai berikut:

❖ Bagi Mahasiswa

Sebagai sarana pengaplikasian ilmu yang telah didapat di perguruan tinggi serta sebagai dasar untuk dilakukannya penelitian lanjutan mengenai sedimen.

❖ Bagi Masyarakat

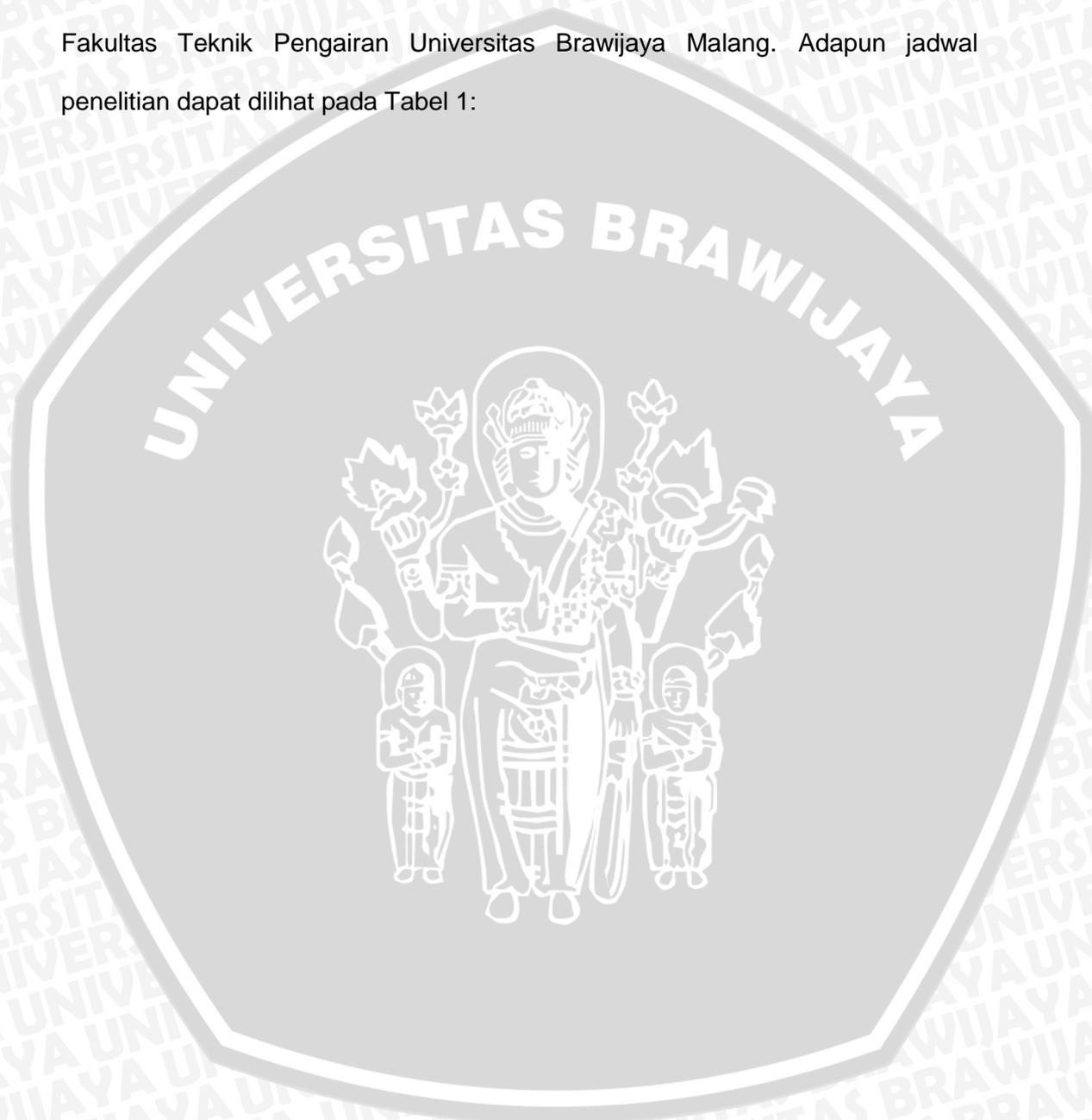
Menambah wawasan dan pengetahuan masyarakat mengenai sedimen.

❖ Bagi Pemerintah

Menambah informasi mengenai distribusi ukuran butiran dan jenis sedimen di Teluk Popoh, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur yang dapat digunakan dalam perencanaan pengelolaan wilayah pesisir dan laut serta mengetahui potensi pendangkalan di perairan Teluk Popoh.

1.5 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di perairan Teluk Popoh, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur pada tanggal 29 Maret 2014 dan pengukuran ukuran butiran sedimen pada tanggal 15-17 April 2014 di Laboratorium Tanah dan Air Tanah Fakultas Teknik Pengairan Universitas Brawijaya Malang. Adapun jadwal penelitian dapat dilihat pada Tabel 1:



Tabel 1. Jadwal Penelitian

| No | Kegiatan | Februari | | | | Maret | | | | April | | | | Mei | | | | Juni | | | | |
|----|-----------------------------------|----------|----|-----|----|-------|----|-----|----|-------|----|-----|----|-----|----|-----|----|------|----|-----|----|--|
| | | I | II | III | IV | I | II | III | IV | I | II | III | IV | I | II | III | IV | I | II | III | IV | |
| 1 | Pembuatan Proposal | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Survei Lapangan | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Pengambilan Sampel | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Proses Pengeringan Sampel Sedimen | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | |
| 5 | Uji Laboratorium | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| 6 | Pengolahan Data | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| 7 | Analisa Data | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | |
| 8 | Pembuatan Laporan | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | |

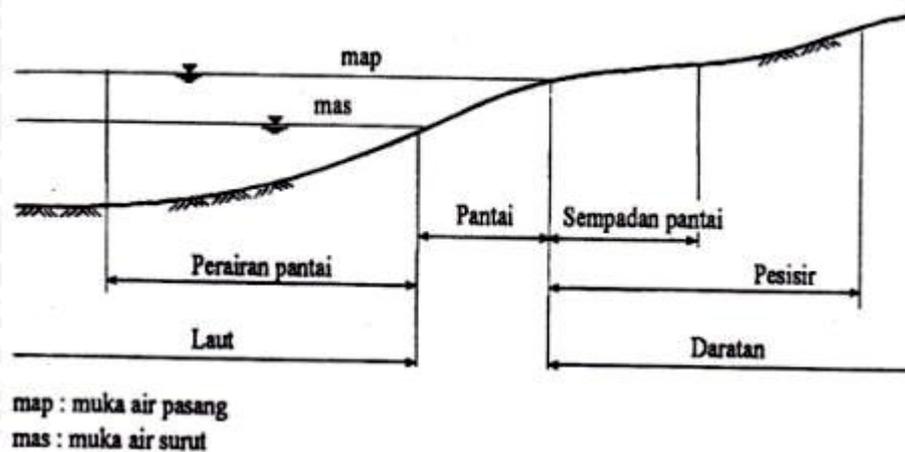
2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pantai

2.1.1 Definisi Pantai

Pantai adalah daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah. Pantai merupakan batas antara wilayah daratan dan wilayah lautan. Dimana daerah daratan merupakan daerah yang terletak di atas dan di bawah permukaan daratan, dimulai dari batas garis pasang tertinggi. Sedangkan daerah lautan adalah daerah yang terletak di atas dan di bawah permukaan laut, dimulai dari sisi laut pada garis surut terendah termasuk dasar laut dan bagian bumi di bawahnya (Triatmodjo,2008).

Menurut Sutikno (1993) dalam Opa (2011), pantai merupakan suatu daerah yang meluas dari titik terendah air laut pada saat surut hingga ke arah daratan sampai mencapai batas efektif dari gelombang. Daerah pantai terbagi atas 3 daerah yaitu sempadan pantai yang merupakan daerah paling dekat dengan daratan, kemudian pantai dan perairan pantai.



Gambar 1. Pembagian Daerah Pantai

(Sumber : Triatmodjo, 2008)

2.1.2 Tipe Pantai

Daerah yang terletak diantara daratan dan lautan yang masih dipengaruhi oleh pasang dikenal dengan pantai. Pada beberapa tempat, lereng pantainya mempunyai bentuk landai dan terdapat jarak yang besar antara tanda-tanda air pasang tertinggi dan air pasang terendah. Sedangkan di tempat lainnya, dimana lereng pantainya berbentuk curam, tanda-tanda air pasangannya akan kelihatan saling berdekatan. Tipe pantai dapat ditentukan berdasarkan bahan dasar pembentuk pantai. Ada pantai yang terdiri dari batu-batuan, lumpur, tanah liat, pasir dan kerikil atau campuran dari dua atau lebih (Pasingi, 2012).

Menurut Sugiarto dan Ekariyono (1996) dalam Tuheteru dan Mahfudz (2012), secara umum jenis pantai di Indonesia berdasarkan letak, kondisi dan posisi pantai dapat dikelompokkan atas pantai berpasir, pantai berlumpur, pantai berawa dan pantai berbatu.

- Pantai berpasir

Pantai berpasir merupakan pantai yang didominasi oleh hamparan atau dataran pasir, baik berupa pasir hitam, abu-abu atau putih. Pantai berpasir tidak menyediakan substrat tetap untuk melekat bagi organisme, karena aksi gelombang secara terus menerus menggerakkan partikel sedimen. Parameter utama yang sangat mempengaruhi daerah pantai berpasir adalah pola arus yang dinamis, energi gelombang, serta angin yang mampu mengangkut pasir.

- Pantai berlumpur

Merupakan hamparan lumpur sepanjang pantai yang dihasilkan dari proses sedimentasi atau pengendapan, biasanya terletak di muara sungai. Lumpur tersebut terdiri atas partikel-partikel halus yang mengandung humus atau gambut. Tanah pantai ini mempunyai kandungan oksigen yang rendah dan hanya terdapat pada lapisan permukaan. Tanah pantai berasal dari endapan lumpur yang dibawa oleh aliran sungai. Lumpur yang berasal dari laut mengandung cangkang-cangkang foraminifera, fragmen-fragmen karang, cangkang moluska serta bahan lain yang menjadi sumber kapur. Ciri-ciri fisik pantai berlumpur: substrat penyusun sedimen berupa lumpur yang kaya zat organik, topografinya sangat landai sehingga air dapat tertahan lebih lama di dalam substrat, posisinya secara geografis biasanya menempati daerah telukan, dan kekuatan ombak yang bekerja di pantai terlalu lemah.

- Pantai berawa

Merupakan daerah yang tergenang air. Tanah dan air pantai ini memiliki tingkat keasaman yang tinggi.

- Pantai berbatu

Merupakan pantai yang berbatu-batu memanjang ke laut dan terendam di air. Umumnya terdiri dari bongkahan-bongkahan batuan granit. Pantai ini merupakan lingkungan pesisir dan laut yang cukup subur. Kombinasi substrat keras, seringnya aksi gelombang dan perairan yang jernih menguntungkan bagi biota laut. Parameter utama yang mempengaruhi kondisi pantai berbatu adalah pasang surut serta gelombang.

2.2 Sedimen

2.2.1 Definisi Sedimen

Seluruh permukaan dasar lautan ditutupi oleh partikel-partikel sedimen yang telah diendapkan secara perlahan dalam jangka waktu berjuta-juta tahun. Secara relatif, ketebalan lapisan sedimen yang terdapat di banyak bagian lautan, mempunyai variasi kedalaman yang berbeda-beda dari sekitar 600 meter hingga 9.000 meter (Hutabarat dan Evans, 2008).

Menurut Duxbury dan Duxbury (1993), sedimen merupakan kumpulan partikel-partikel organik dan anorganik yang terakumulasi secara luas dan bentuknya tak beraturan. Sekitar 70,8% permukaan bumi ditutupi oleh laut, bagian bumi yang sangat luas tersebut merupakan lingkungan tumpahan material-material sedimen yang terjadi secara fisika, kimiawi, maupun organik yang satu sama lain akan berinteraksi membentuk berbagai macam variasi sedimen.

Sedimen adalah material-material yang berasal dari perombakan batuan yang lebih tua atau material yang berasal dari proses *weathering* batuan dan ditransportasikan oleh air, udara dan es atau material yang diendapkan oleh proses-proses yang terjadi secara alami seperti presipitasi secara kimia atau

sekresi oleh organisme kemudian membentuk suatu lapisan pada permukaan bumi (Rifardi, 2008 dalam Mukminin, 2008)

2.2.2 Jenis-jenis Sedimen

Menurut Lanuru dan Suwarni (2011), berdasarkan asal-usulnya sedimen dasar laut dapat dibagi menjadi berikut:

- Lithogenous

Jenis sedimen ini berasal dari sisa pengikisan batu-batuan di darat. Hal ini dapat terjadi karena adanya suatu kondisi fisik yang ekstrim, seperti yg disebabkan oleh karena adanya pemanasan dan pendinginan terhadap batu batuan yg terjadi secara berulang ulang.

- Biogenous

Sisa rangka dari organisme hidup juga akan membentuk endapan partikel-partikel halus yang dinamakan ooze, biasanya mengendap pada daerah-daerah yang letaknya jauh dari pantai. Terbagi dua tipe utama: calcareous dan siliceous ooze yang mana tergantung pada jenis organisme dari mana mereka berasal dan jenis bahan yang telah bergabung ke dalam kulit atau rangka mereka.

- Hydrogenous

Jenis partikel dari sedimen golongan ini dibentuk sebagai hasil reaksi kimia dalam air laut. Sebagai contoh *manganese nodules* (bongkahan bongkahan mangan). Jenis logam logam lain seperti *cooper* (tembaga), *cobalt* dan nikel juga tergabung di dalamnya.



- Cosmogenous dan Volcagenic

Partikel partikel kecil yang berasal dari ruang angkasa dan mengandung banyak unsur besi sehingga mempunyai respon magnetik disebut sedimen cosmogeneous. Sedangkan sedimen *volcagenic* adalah material yang dikeluarkan oleh gunung api (salah satu contohnya adalah abu).

Menurut Schnurrenberger, *et al* (2003), berdasarkan komponen penyusunnya jenis sedimen terbagi menjadi dua kelompok, yaitu:

- Sedimen klastik (*clastic sediment*)

Sedimen yang tersusun oleh butiran-butiran atau partikel yang memiliki perbedaan ukuran dan berasal dari proses pelapukan batuan atau abu vulkanik dan terendapkan oleh proses-proses sedimentasi. Pengklasifikasian sedimen klastik didasarkan pada komponen-komponen penyusun dari sedimen tersebut seperti pasir, lanau dan lempung. Skala Wenworth biasanya digunakan untuk penamaan sedimen klastik berdasarkan ukuran partikel, yaitu kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*), dan lempung (*clay*). Penamaan tekstur dari sedimen klastik menggunakan segitiga Shepard yang mengklasifikasikan tekstur sedimen berdasarkan komposisi atau jumlah persentase dari masing-masing jenis sedimen (kerikil, pasir, lanau dan lempung). Penyusun utama dari sedimen klastik dapat menunjukkan struktur atau tingkat kebundaran serta kandungan mineral dari suatu sedimen tertentu. Sedangkan penyusun minor menunjukkan kandungan mineral dan tekstur sedimen dalam jumlah kecil (10-25%).

- Sedimen non-klastik

Sedimen non-klastik dibagi menjadi dua kelompok, yaitu sedimen kimia (*chemical sediment*) dan sedimen biogenic (*biogenic sediment*), Sedimen kimia merupakan sedimen yang tersusun oleh material anorganik melalui proses-

proses kimia seperti pengkristalan silika, kapur atau karbon yang berasal dari beberapa macam mineral seperti CH_2O , CaCO_3 , SiO_2 . Mineral-mineral tersebut merupakan penyusun utama dari fosil yang berasal dari makhluk hidup. Contoh sedimen biogenik adalah batu bara (*coal*).

2.2.3 Klasifikasi Ukuran Butir Sedimen

Menurut King dan Galvin (2002), divisi ukuran sedimen ke dalam kelas seperti kerikil, pasir, lanau dan lain sebagainya masih berubah-ubah dan banyak ahli yang mengusulkannya. Tetapi, terdapat dua sistem klasifikasi ukuran butiran sedimen yang banyak digunakan oleh ahli teknik pantai saat ini. Pertama adalah *Modified Wentworth Classification* yang secara umum digunakan di bidang geologi. Riset mengenai ukuran butiran sedimen pada bidang geologi telah lama berlangsung karena dapat menginterpretasikan sedikit perbedaan pada ukurannya yang menandakan peristiwa atau proses tertentu yang terjadi pada masa lampau. Kedua adalah *Unified Soils Classification* atau *ASTM (American Society for Testing and Materials) Classification* yang telah dikembangkan oleh kelompok ahli teknik di Amerika. Kelompok ini lebih memperhatikan cara standarisasi untuk mendapatkan hasil dalam proses pengulangan analisis sedimen. Berikut pembagian klasifikasi ukuran butir sedimen:

| Sediment Particle Sizes | | | | | | | |
|--|------------------------------|--------------|-----------------|---------------------------------------|-----------------|---------------|--------------|
| ASTM (Unified) Classification ¹ | U.S. Std. Sieve ² | Size in mm | Phi Size | Wentworth Classification ³ | | | |
| Boulder | 12 in. (300 mm) | 4096 | -12.0 | Boulder | | | |
| | | 1024 | -10.0 | | | | |
| Cobble | 3 in. (75 mm) | 256 | -8.0 | Large Cobble | | | |
| | | 128 | -7.0 | | | | |
| | | 107.64 | -6.75 | Small Cobble | | | |
| | | 90.51 | -6.5 | | | | |
| | | 76.11 | -6.25 | | | | |
| Coarse Gravel | 3/4 in. (19 mm) | 64.00 | -6.0 | Very Large Pebble | | | |
| | | 53.82 | -5.75 | | | | |
| | | 45.26 | -5.5 | | | | |
| | | 38.05 | -5.25 | | | | |
| | | Large Pebble | 3/4 in. (19 mm) | 32.00 | -5.0 | Large Pebble | |
| | | | | 26.91 | -4.75 | | |
| | | | | 22.63 | -4.5 | | |
| | | | | Medium Pebble | 3/4 in. (19 mm) | 19.03 | -4.25 |
| 16.00 | -4.0 | | | | | | |
| 13.45 | -3.75 | | | | | Medium Pebble | |
| 11.31 | -3.5 | | | | | | |
| 9.51 | -3.25 | | | | | | |
| Small Pebble | 4 (4.75 mm) | 8.00 | -3.0 | | | | Small Pebble |
| | | 6.73 | -2.75 | | | | |
| | | 5.66 | -2.5 | | | | Granule |
| | | 4.76 | -2.25 | | | | |
| | | 4.00 | -2.0 | | | | |
| Coarse Sand | 10 (2.0 mm) | 3.36 | -1.75 | Granule | | | |
| | | 2.83 | -1.5 | | | | |
| | | 2.38 | -1.25 | Very Coarse Sand | | | |
| | | 2.00 | -1.0 | | | | |
| | | 1.68 | -0.75 | | | | |
| | | 1.41 | -0.5 | | | | |
| Medium Sand | 40 (0.425 mm) | 1.19 | -0.25 | Medium Sand | | | |
| | | 1.00 | 0.0 | | | | |
| | | 0.84 | 0.25 | Coarse Sand | | | |
| | | 0.71 | 0.5 | | | | |
| | | 0.59 | 0.75 | | | | |
| | | 0.50 | 1.0 | | | | |
| | | 0.420 | 1.25 | | | | |
| | | 0.354 | 1.5 | | | | |
| | | 0.297 | 1.75 | | | | |
| | | 0.250 | 2.0 | | | | |
| Fine Sand | 200 (0.075 mm) | 0.210 | 2.25 | Fine Sand | | | |
| | | 0.177 | 2.5 | | | | |
| | | 0.149 | 2.75 | Very Fine Sand | | | |
| | | 0.125 | 3.0 | | | | |
| | | 0.105 | 3.25 | | | | |
| | | 0.088 | 3.5 | | | | |
| | | 0.074 | 3.75 | | | | |
| | | 0.0625 | 4.0 | | | | |
| | | 0.0526 | 4.25 | | | | |
| | | 0.0442 | 4.5 | | | | |
| 0.0372 | 4.75 | | | | | | |
| Coarse Silt | 400 | 0.0312 | 5.0 | Medium Silt | | | |
| | | 0.0156 | 6.0 | | | | |
| | | 0.0078 | 7.0 | Fine Silt | | | |
| | | 0.0039 | 8.0 | | | | |
| | | 0.00195 | 9.0 | | | | |
| Medium Clay | 230 | 0.00098 | 10.0 | Medium Clay | | | |
| | | 0.00049 | 11.0 | | | | |
| | | 0.00024 | 12.0 | Fine Clay | | | |
| | | 0.00012 | 13.0 | | | | |
| | | 0.000061 | 14.0 | | | | |
| Colloids | 400 | 0.00012 | 13.0 | Colloids | | | |
| | | 0.000061 | 14.0 | | | | |

Clay if PI > 4 and plot of PI vs. LL is on or above "A" line and the presence of organic matter does not influence LL.

Silt if PI < 4 and plot of PI vs. LL is below "A" line and the presence of organic matter does not influence LL.

(PI = plasticity limit; LL = liquid limit)

¹ ASTM Standard D 2487-92. This is the ASTM version of the Unified Soil Classification System. Both systems are similar (from ASTM (1994)).

² Note that British Standard, French, and German DIN mesh sizes and classifications are different.

³ Wentworth sizes (in mm) cited in Krumbein and Sloss (1963).

Gambar 2. Klasifikasi Ukuran Butir Sedimen Berdasarkan ASTM dan Wentworth

(Sumber: King dan Galvin, 2002)

Topografi yang datar atau perairan yang tenang seringkali dasarnya terbentuk dari lempung (*clay*). Beberapa lempung yang telah tua bergabung dan dapat bersifat keras (kaku). Misalnya, bagian dalam dari daerah pasang surut memiliki dasar yang curam, ketika terinjak *clay* menjadi kaku. Partikel lanau (*silt*) terletak diantara pasir dan lempung. Sebagian besar *silt* diperoleh dari proses pelapukan batuan secara kimia, tetapi beberapa *silt* berasal dari aliran es. Butiran *silt* tersuspensi jauh dibandingkan butiran pasir, sehingga lebih mudah berpindah dari pantai dengan pergerakan gelombang yang sedang atau keras. Sedangkan partikel pasir dan kerikil di lautan terletak *zone ocean beach* (perairan pantai) membentuk batuan kuarsa (King dan Galvin,2002).

2.3 Pengukuran Distribusi Ukuran Butiran Sedimen

Pengayakan sedimen dilakukan untuk menentukan ukuran butiran sedimen tertentu. Pengayakan merupakan sebuah cara pengelompokan butiran yang akan dipisahkan menjadi satu atau beberapa kelompok. Dengan demikian dapat dipisahkan antara partikel lolos ayakan (butiran halus) dan yang tertinggal di ayakan (butiran kasar). Ukuran butiran tertentu yang masih dapat melintasi ayakan disebut sebagai butiran batas. *Sieve shaker* merupakan suatu alat yang berfungsi dalam memilah sedimen berdasarkan ukuran partikelnya. Pada *sieve shaker* terdapat saringan atau ayakan yang memiliki dasar berlubang dan disebut dengan *Mesh*. *Mesh* menggunakan jumlah lubang persatuan panjang dengan sistem satuan inchi yang dihitung dari pusat kawat (Distantina, 2008). Dijelaskan oleh Iskandar (2008), penentuan ukuran butiran sedimen berdasarkan saringan dapat digunakan untuk diameter partikel sampai dengan 50 μm . Ukuran saringan dibuat berdasarkan deret geometrik dengan ukuran setiap saringannya $(2)^{1/4}$ lebih besar dari saringan sebelumnya.

Menurut Krumbein dan Pettijohn (1938), selain jenis skala nilai yang digunakan oleh petrologi sedimen dan ilmuwan tanah, ada berbagai macam skala nilai berdasarkan sistem *mesh*, yang banyak digunakan dalam bidang teknik. Skala yang terkenal adalah skala *mesh* yang dibuat oleh *American Society for Testing Materials* (ASTM). Skala ini didasarkan pada rasio nilai $(2)^{1/4}$.

Tabel 2 menunjukkan hubungan antara *sieve opening* dalam millimeter dan nomor *mesh* yang sesuai.

Tabel 2. ASTM Sieve Scale

| Mesh | Opening (mm) | Mesh | Opening (mm) |
|-------------|---------------------|-------------|---------------------|
| 5 | 4,00 | 50 | 0,279 |
| 6 | 3,36 | 60 | 0,250 |
| 7 | 2,83 | 70 | 0,210 |
| 8 | 2,38 | 80 | 0,177 |
| 10 | 2,00 | 100 | 0,149 |
| 12 | 1,68 | 120 | 0,125 |
| 14 | 1,41 | 140 | 0,105 |
| 16 | 1,19 | 170 | 0,088 |
| 18 | 1,00 | 200 | 0,074 |
| 20 | 0,84 | 230 | 0,062 |
| 25 | 0,71 | 270 | 0,053 |
| 30 | 0,59 | 325 | 0,044 |
| 35 | 0,50 | | |
| 40 | 0,42 | | |
| 45 | 0,35 | | |

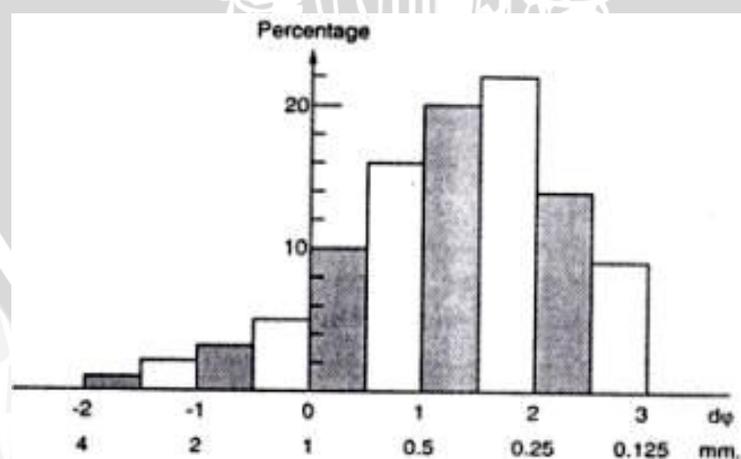
(Sumber: Krumbein dan Pettijohn, 1938)

2.4 Analisa Pengendapan Butiran Sedimen

2.4.1 Distribusi Ukuran Butiran

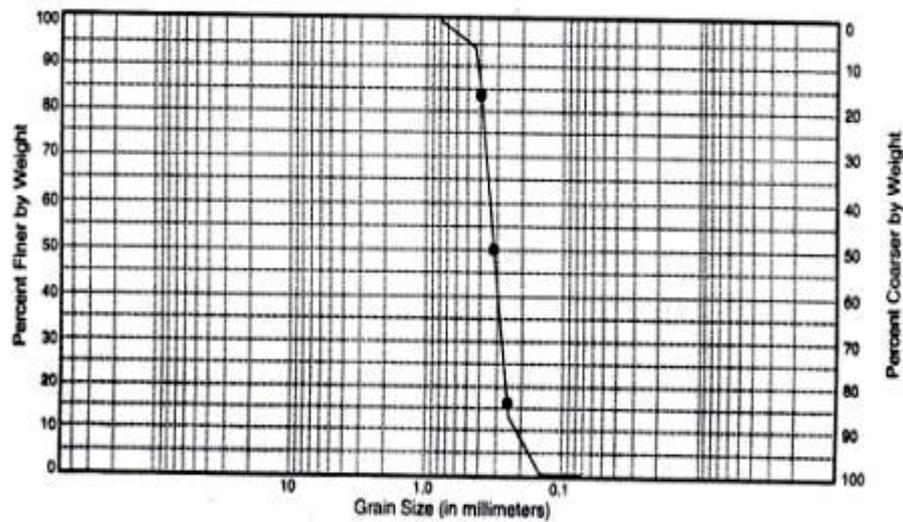
Data ukuran sedimen biasanya digambarkan dengan beberapa bentuk, salah satunya dengan menggunakan histogram ukuran sedimen seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Dimana ordinat menunjukkan persentase sampel dari berat antara nilai dua kelompok ukuran ayakan dan menunjukkan eksperimen dari distribusi ukuran pasir. Selain itu, kumulatif distribusi ukuran yang ditunjukkan oleh Gambar 4, menunjukkan persentase butiran lebih kasar dan nilai diameter partikel menunjukkan persentase total sampel dari berat butiran kasar terhadap diameternya. Biasanya, grafik ini menunjukkan logaritma diameter dalam absis (penurunan ke arah kanan) (Dean dan Dalrymple, 2002).

Hasil dari proses ayakan distribusi ukuran butiran dari sampel sedimen dapat memperlihatkan hubungan antara persentase dari berat sampel sedimen dengan ukuran butiran yang dinyatakan dengan gradasi garis lengkung.. Distribusi ukuran kumulatif dari kebanyakan sampel dapat ditaksir menggunakan distribusi log-normal. Sehingga dengan menggunakan skala probabilitas logaritma, dapat diperoleh kurang lebih garis lurus (Iskandar, 2008).



Gambar 3. Histogram Ukuran Butiran Sedimen

(Sumber: Dean dan Dalrymple, 2002)

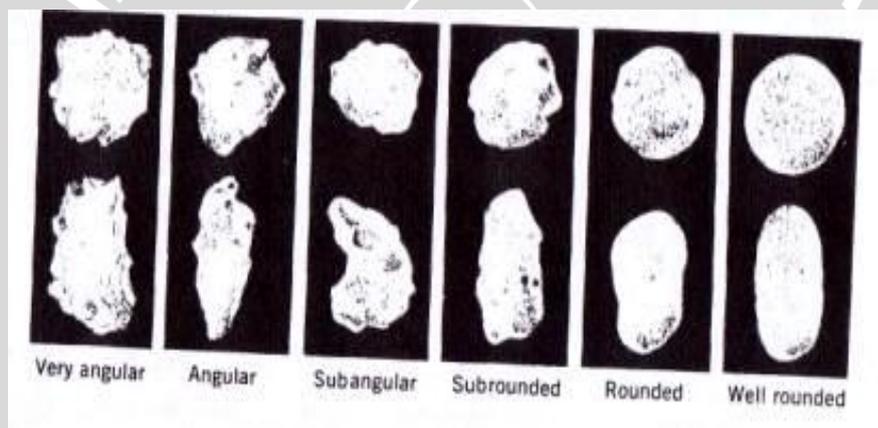


Gambar 4. Distribusi Kumulatif Ukuran Pasir
(Sumber: Dean dan Dalrymple, 2002)

2.4.2 Bentuk Butiran Sedimen

Menurut Friedman dan Sander (1978), secara geometri bentuk partikel sedimen dapat menggambarkan asal partikel, sejarah partikel dan struktur *lattice* internal partikel. Bentuk partikel seperti pecahan batuan, mengalami perubahan secara drastis selama proses transportasi. Partikel-partikel ini bertubrukan satu dengan yang lainnya sehingga sisi/sudut partikel menjadi rusak yang akhirnya merubah bentuk dari siku-siku menjadi bulat. Dengan pengujian kerikil yang berbentuk bulat atau butiran pasir, dapat diketahui sejarah proses transportasi seperti jarak yang dibutuhkan selama proses transportasi. Faktor yang menentukan perubahan partikel yang mengalami abrasi selama proses transportasi terjadi yaitu: bentuk awal sewaktu terlepas dari lapisan batuan, komposisi batuan, kekerasan dan kerapuhan partikel, bagian-bagian turunan seperti patahan dan pecahan, ukuran partikel, sumber transportasi dan kekuatan transportasi (jarak dan energi dari sumber transportasi).

Menurut Rifardi (2012), ada dua macam bentuk partikel sedimen yaitu *sphericity* dan *roundness*. *Sphericity* adalah suatu urutan tingkatan yang menunjukkan suatu partikel mendekati bentuk bola sedangkan *roundness* adalah bentuk partikel yang berhubungan dengan tingkat ketajaman dan lekukan dari sisi-sisi dan sudutnya. *Roundness pebble* ditunjukkan untuk perubahan yang terjadi pada hilir sungai, contoh *pebble* yang berbentuk angular (bersiku-siku) pada daerah hulu sungai berubah menjadi bentuk round (bulat) pada bagian hilir. Roundness partikel-partikel yang berukuran pasir sangat mudah diukur dengan cara mencocokkan partikel yang akan diukur dengan gambar standar partikel pasir seperti gambar di bawah ini:



Gambar 5. Sketsa Tingkatan Roundness dan Sphericity Partikel Sedimen Berukuran Pasir

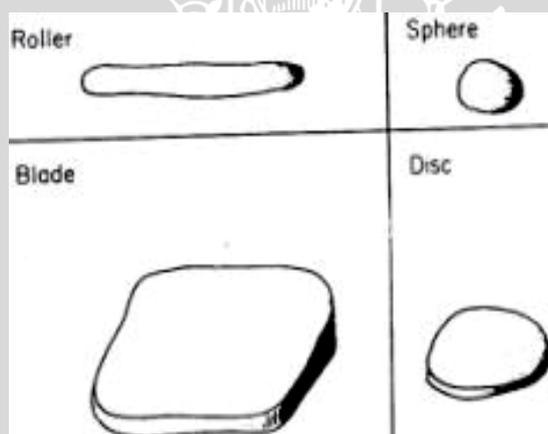
(Sumber: Fritz dan Moore, 1988)

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa masing-masing pasangan mempunyai sphericity yang berbeda dan secara visual terdapat 6 kelas skala roundness yaitu:

- Very angular
- Angular
- Sub angular
- Sub rounded
- Rounded
- Well rounded

Angular adalah bentuk partikel-partikel sedimen yang menggambarkan tidak terjadinya abrasi atau terjadi abrasi dalam skala kecil sekali terhadap sisi dan sudut partikel tersebut. Partikel pasir halus dan lempung cenderung dalam bentuk angular. Adanya perbedaan *roundness* lebih disebabkan oleh hasil sorting daripada hasil abrasi.

Zing (1935) dalam Selley (1988) menjelaskan bahwa penentuan bentuk partikel sedimen bertujuan untuk mempelajari faktor-faktor pengendali bentuk partikel tersebut. Pengukuran rasio antara panjang, lebar dan ketebalan yang digunakan untuk mendefinisikan empat kelas bentuk kerikil (*pebble*) dapat dilihat pada Gambar 6, yaitu: bulat (*equant*), *oblate* (*disc* atau *tabular*), *blade* dan *prolate* (*roller*).



Gambar 6. Klasifikasi Bentuk Pebble
(Sumber: Zing, 1935 dalam Selley, 1988)

2.5 Lingkungan Pengendapan

Lingkungan pengendapan merupakan area permukaan bumi tempat dimana sedimen terendapkan. Lingkungan pengendapan berbeda-beda tergantung karakteristik fisik, kimia dan biologi suatu area. Menurut Gore (2010), secara umum tipe lingkungan pengendapan terbagi menjadi tiga, yaitu:

- Lingkungan pengendapan darat

Lingkungan pengendapan darat adalah area pengendapan sedimen yang terdapat di area daratan. Beberapa contoh dari lingkungan pengendapan yang terdapat di daratan adalah *alluvial fans*, *fluvial environments* (sungai), *lacustrine environments* (danau), *aeolian or eolian environments* (gurun) dan *paludal environments* (rawa).

Tabel 3. Karakteristik Lingkungan Sedimentasi Darat

| | Aluvial Fan | Fluvial (River) | Lacustrine (Lake) | Desert/Aeolian (Dunes) | Paludal (Swamp) |
|--|----------------------------------|---|--|--------------------------------------|------------------------------------|
| Rock Type | Breccia, conglomerate, arkose | Conglomerate, sandstone, siltstone, shale | Siltstone, shale, limestone or evaporates (gypsum) | Quartz arenite (sandstone) or gypsum | Peat, coal, black shale, siltstone |
| Composition | Terrigenous | Terrigenous | Terrigenous, carbonate or evaporite | Terrigenous or evaporate | Terrigenous |
| Color | Brown or red | Brown or red | Black, brown, gray, green, red | Yellow, red, tan, white | Black, gray or brown |
| Grain Size | Caly to gravel | Clay, silt, sand, gravel (Fining upward) | Clay to silt or sand (Coarsening upward) | Sand | Clay to silt |
| Grain Shape | Angular | Rounded to angular | - | Rounded, polished | - |
| Sorting | Poor | Variable | Variable | Good | Variable |
| Inorganic Sedimentary Structure | Cross-bedding and graded bedding | Asymmetrical ripples, cross-bedding, graded bedding, tool marks | Symmetrical ripples, lamination, cross-bedding, graded bedding, mudcracks, raindrop points | Cross-bedding | Laminated to massive |

(Sumber: Gore, 2010)



- Lingkungan pengendapan transisi

Lingkungan pengendapan transisi merupakan area pengendapan sedimen yang terdapat di wilayah pertemuan antara daratan dan lautan. Lingkungan ini meliputi delta, rawa payau, laguna, dan pantai. Delta biasa terbentuk karena adanya angkutan sedimen oleh aliran sungai dan mengendap di area muara. Sedimen yang berbutir kasar seperti pasir akan terendapkan di mulut muara sedangkan butiran yang lebih halus akan terendapkan di area yang lebih jauh dan lebih dalam.

Tabel 4. Karakteristik Lingkungan Sedimentasi Transisi

| | | | | |
|--|-----------------------------------|------------------------------------|--|--|
| Rock Type | Sandstone, siltstone, shale, coal | Quartz arenite, coquina | Siltstone, shale, limestone, oolitic limestone or gypsum | Siltstone, shale, calcilutite, dolostone or gypsum |
| Composition | Terrigenous, some organic | Terrigenous or carbonate | Terrigenous, carbonate or evaporite | Terrigenous, carbonate or evaporite |
| Color | Brown, black, gray, green, red | White to tan | Dark gray to black, brown | Gray, brown, tan |
| Grain Size | Caly to sand (Coarsening upward) | Sand | Clay to silt | Clay to silt |
| Grain Shape | - | Rounded to angular | - | - |
| Sorting | Variable | Good | Poor | Variable |
| Inorganic Sedimentary Structure | Cross-bedding and graded bedding | Cross-bedding, symmetrical ripples | Lamination, ripples, cross-bedding | Lamination, mudcracks, ripples, cross-bedding |

(Sumber: Gore, 2010)

- Lingkungan pengendapan laut

Lingkungan pengendapan ini terdapat di area laut, termasuk area terumbu karang, *continental shelf*, *slope*, dan area palung.

Tabel 5. Karakteristik Lingkungan Sedimentasi Laut

| | Reef | Continental Shelf | Continental Slope and Rise | Abyssal Plain |
|--|--|---|---|---|
| Rock Type | Fossiliferous limestone | Sandstone, shale, siltstone, fossiliferous limestone, oolitic limestone | Litharenite, siltstone, and shale (or limestone) | Shale, chert, micrite, chalk, diatomite |
| Composition | Carbonate | Terrigenous or carbonate | Terrigenous or carbonate | Terrigenous or carbonate |
| Color | Gray to white | Gray, brown, tan, green | Gray, green, brown | Black, white, red |
| Grain Size | Variable, frameworks, few to no grains | Clay, silt, sand, gravel | Clay to sand | Clay |
| Grain Shape | - | - | - | - |
| Sorting | - | Poor to good | Poor | Good |
| Inorganic Sedimentary Structure | - | Lamination, cross-bedding | Graded bedding, cross-bedding, lamination, flute marks, tool marks (turbidites) | Lamination |

(Sumber: Gore, 2010)

2.6 Proses Sedimentasi

Menurut Friedman dan Sander (1978), pengertian proses sedimentasi meliputi proses transportasi dan pengendapan sedimen, termasuk semua sumber energi yang mampu mentranspor dan mengendapkan seperti angin, air, es dan gravitasi. Ada tiga proses yang mempengaruhi sedimen yaitu proses fisika, biologi dan kimia.

- Proses fisika

Arus mentranspor sedimen secara fisika melalui dua mekanisme berlawanan yang di dasarkan atas dua jenis muatan yaitu:

1. Muatan tersuspensi : kekuatan arus dari air atau udara menyebarkan partikel-partikel sedimen halus seperti lanau, lempung maupun pasir kemudian memindahkan dalam aliran.
2. Muatan pada lapisan dasar perairan : yaitu partikel yang tidak secara terus-menerus berada dalam bentuk suspensi atau larutan, seperti partikel-partikel yang lebih besar dan berat (seperti *boulder*, *pebbles* dan *gravel*) yang bergerak sepanjang dasar perairan.

- Proses Biologi

Aktivitas biologi mempengaruhi proses sedimentasi karena aktivitas ini dapat memberikan kontribusi pada lingkungan pengendapan dan menjadi bagian dari partikel-partikel sedimen. Beberapa aktivitas biologi tersebut antara lain:

1. Aktivitas organisme mensekresi cangkang yang mengandung kalsium karbonat
2. Penghancuran cangkang oleh organisme predator dan proses penghancuran lainnya untuk membentuk berbagai macam skeletal debris, termasuk pasir kapur dan lumpur kapur.
3. Organisme-organisme perangkap (*trap*) partikel-partikel sedimen, seperti yang dilakukan oleh alga hijau-biru di perairan dangkal dan mangrove.
4. Proses peletisasi yaitu partikel-partikel kalsium karbonat berukuran pasir yang berbentuk bola dan elips (*pellet*).

5. Proses pelubangan yang dilakukan oleh organisme seperti cacing, moluska, krustasea dan insekta yang membuat lubang sedimen untuk mencari makan atau berlindung.
6. Aktivitas mikroorganisme seperti bakteri yang mempengaruhi proses *weathering* pada batuan.

- Proses Kimia

Proses kimia mempengaruhi proses pengendapan di perairan dan dapat membentuk mineral-mineral yang akan menjadi bagian dalam endapan tersebut seperti *gypsum*, *feldspar* dan *zeolites*. Salah satu proses kimia yang dapat membentuk mineral adalah *weathering*. Berbagai proses kimia terjadi pada larutan dalam sedimen sehingga mempengaruhi proses pH dan Eh (reduksi dan oksidasi).

2.7 Transport Sedimen

Menurut Triatmodjo (2008), transpor sedimen pantai adalah gerakan sedimen di daerah pantai yang disebabkan oleh gelombang atau arus yang dibangkitkannya. Transpor sedimen pantai dapat diklasifikasikan menjadi transpor menuju dan meninggalkan pantai (*onshore-offshore transport*) dan transpor sepanjang pantai (*longshore transport*).

Menurut Rifardi (2012), mekanisme transpor sedimen bertujuan untuk mengontrol keberadaan, karakteristik dan sebaran sedimen pada suatu lingkungan. Ada dua mekanisme transpor sedimen yang didasarkan atas dua jenis muatan yaitu:



- Muatan tersuspensi

Pada mekanisme ini kekuatan arus menyebarkan partikel-partikel sedimen halus seperti lanau, lempung dan ukuran pasir kemudian memindahkannya dalam aliran.

- Muatan pada lapisan dasar perairan atau muatan yang tidak terus-menerus berada dalam bentuk suspensi pada kolom air, seperti partikel-partikel yang lebih besar dan berat (*boulder, pebbles, dan gravel*) ditransportkan sepanjang dasar perairan.

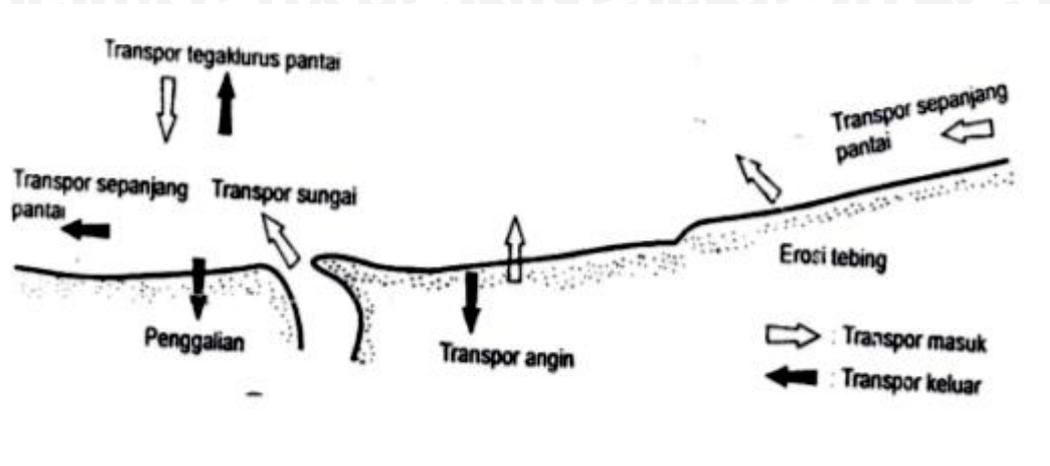
2.8 Faktor Hidro-Oseanografi

2.8.1 Arus

Menurut Wibisono (2011), secara umum yang dimaksud dengan arus laut adalah gerakan massa air laut ke arah horizontal dalam skala besar. Tidak seperti pada arus sungai yang searah dengan aliran sungai menuju ke arah hilir, di mana kecepatan arus sungai bisa diukur secara sederhana. Arus laut dipengaruhi oleh banyak faktor. Salah satu faktor yang mempengaruhi timbulnya arus yakni tiupan angin musim. Selain itu, bentuk topografi dasar laut dan pulau-pulau yang ada di sekitarnya dapat menjadi faktor pembangkit arus (Hutabarat dan Evans, 2008).

Arus berperan penting dalam proses distribusi sedimen, khususnya di area pinggiran pantai (Gambar 5). Menurut Triatmodjo (2008), arus dapat menjadi pemicu terjadinya proses transport sedimen. Transport sedimen yang disebabkan oleh arus dapat digolongkan menjadi 2 macam, yaitu transport sedimen sepanjang pantai atau *longshore transport* yang mempunyai arah rata-rata sejajar dengan garis pantai dan transport sedimen menuju dan

meninggalkan pantai atau *onshore-offshore transport* yang mempunyai arah tegak lurus dengan garis pantai.



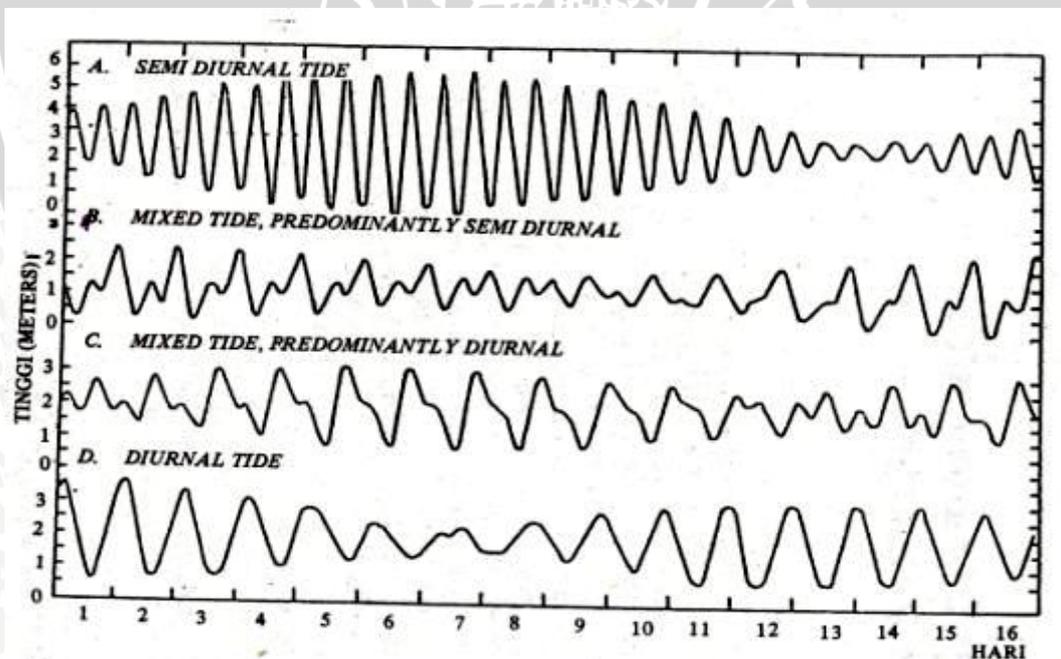
Gambar 7. Gerak dan Imbangan Sedimen Pantai
(Sumber: Triatmodjo, 2008)

2.8.2 Pasang Surut

Pasang surut (pasut) pada umumnya dikaitkan dengan proses naik turunnya paras laut (*sea level*) secara berkala yang ditimbulkan oleh adanya gaya tarik dari benda-benda angkasa, terutama matahari dan bulan, terhadap massa air di bumi. Kedudukan permukaan air laut tertinggi disebut air tinggi tertinggi (*highest high water*) dan kedudukan permukaan air laut terendah disebut air rendah terendah (*lowest low water*). Keadaan tersebut terjadi pada saat bulan baru dan memiliki tunggang air yang besar. Sebaliknya, tunggang air yang kecil terjadi pada saat bulan perempat (Suyarso, 1989).

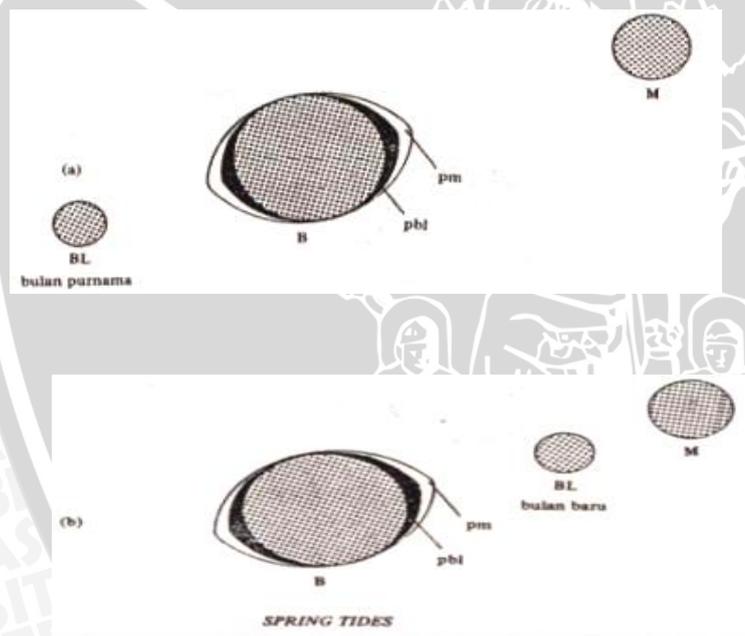
Menurut Triatmodjo (2008), tipe pasang surut dapat dibedakan berdasarkan posisi bumi, bulan dan matahari serta topografi atau kondisi geografis suatu wilayah.

- Berdasarkan posisi bumi, bulan dan matahari:
 - Pasang surut purnama
 - Pasang surut perbani
- Berdasarkan topografi/ kondisi geografis:
 - Pasang surut harian ganda (*semidiurnal tide*) : dua periode pasang tinggi dan dua periode pasang rendah dalam waktu satu hari
 - Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*) : satu periode pasang tinggi dan satu periode pasang rendah dalam waktu satu hari
 - Pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*) : pasang yang tipenya berubah-ubah namun condong ke dua periode pasang tinggi dan dua periode pasang rendah dalam satu hari
 - Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*) : Pasang yang tipenya berubah-ubah namun condong ke satu periode pasang tinggi dan satu periode pasang rendah dalam satu hari

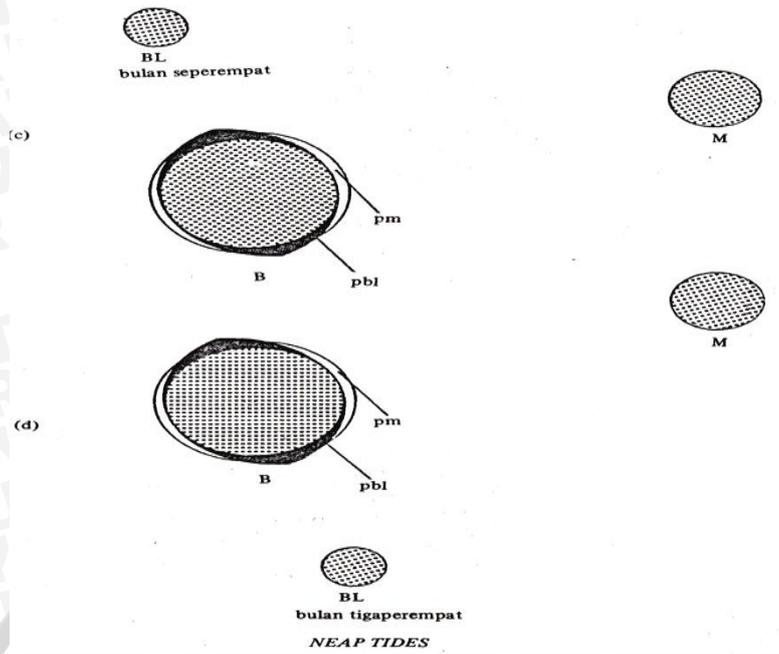


Gambar 8. Tipe Pasang Surut Harian
(Sumber: Hutabarat dan Evans, 2008)

Pada waktu bulan baru dan bulan penuh matahari dan bulan terletak pada satu garis terhadap bumi dan gaya gravitasi yang ditimbulkan mempunyai arah yang sama. Akibatnya gaya ini menghasilkan air pasang yang lebih besar dari biasanya dan pasang yang terjadi pada saat tersebut dinamakan *spring tide* (Gambar 9). Selain itu, pada waktu bulan seperempat dan tiga perempat, matahari dan bulan terletak pada posisi yang membentuk sudut siku-siku (90°), sehingga gaya tarik gravitasi matahari bersifat melemahkan gaya tarik bulan. Akibatnya gaya tarik yang ditimbulkan terhadap massa air laut menjadi berkurang dan terjadi pasang yang lebih kecil, tipe pasang surut ini dinamakan *neap tide* (Gambar 10) (Hutabarat dan Evans, 2008).



Gambar 9. Spring Tides (a) Bulan penuh (bulan purnama); (b) Bulan baru
(Sumber: Hutabarat dan Evans, 2008)



Gambar 10. Neap Tides (c) Bulan Seperempat; (d) Bulan Tigaperempat
(Sumber: Hutabarat dan Evans, 2008)

Keterangan:

- | | |
|--------------|----------------------|
| M = Matahari | pbl = pasang bulan |
| B = Bumi | pm = pasang matahari |
| BL = Bulan | |

Pond dan Pickard (1983) dalam Surbakti (2009) menjelaskan selain dalam bentuk grafik, tipe pasang surut dapat ditentukan berdasarkan bilangan Formzal (F) yang dinyatakan dalam bentuk:

$$F = \frac{AO_1 + AK_1}{AM_2 + AS_2}$$

Keterangan:

- F : bilangan Formzal
- AK₁ : amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan dan matahari
- AO₁ : amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh

gaya tarik bulan

AM_2 : amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan

AS_2 : amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik matahari

Ketentuan besarnya bilangan Formzal dengan tipe pasang surut:

$F \leq 0,25$ = Pasang surut tipe ganda

$0,25 < F \leq 1,5$ = Pasang surut tipe campuran condong harian ganda

$1,5 < F \leq 3$ = Pasang surut tipe campuran condong harian tunggal

$F > 3$ = Pasang surut tipe tunggal



3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian mengenai distribusi ukuran butiran sedimen dilakukan di perairan Teluk Popoh, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur. Lokasi perairan di Teluk Popoh yang digunakan untuk pengambilan sampel sedimen dibagi menjadi 6 tempat yaitu di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Popoh, Pantai Sidem, PLTA Niama, setelah PLTA Niama, muara sungai dan setelah muara sungai. Adapun peta daerah lokasi penelitian adalah sebagai berikut:



Gambar 11. Peta Lokasi Penelitian
(Sumber: Google Earth,2014)

Tabel 6. Titik Lokasi Pengambilan Sampel Sedimen

| Stasiun | Koordinat | |
|---------|---------------|-----------------|
| | Lintang (Y) | Bujur (X) |
| ST1 | 8°15'33,55" S | 111°47'52,21" E |
| ST2 | 8°15'30,20" S | 111°47'21,56" E |
| ST3 | 8°15'55,50" S | 111°48'04,13" E |
| ST4 | 8°15'51,31" S | 111°48'06,49" E |
| ST5 | 8°15'46,36" S | 111°48'05,15" E |
| ST6 | 8°15'46,40" S | 111°48'10,94" E |
| ST7 | 8°15'39,41" S | 111°48'06,98" E |
| ST8 | 8°15'34,92" S | 111°48'05,23" E |
| ST9 | 8°15'29,30" S | 111°47'58,83" E |
| ST10 | 8°15'26,54" S | 111°47'53,20" E |
| ST11 | 8°15'22,89" S | 111°47'45,78" E |
| ST12 | 8°15'22,19" S | 111°47'36,34" E |
| ST13 | 8°15'18,00" S | 111°47'28,14" E |
| ST14 | 8°15'22,68" S | 111°47'30,84" E |
| ST15 | 8°15'13,85" S | 111°47'29,20" E |

Titik pengambilan sampel sebanyak 15 titik, dimana dibagi menjadi 6 tempat, yaitu:

- Pantai Popoh : Stasiun 3, Stasiun 4, Stasiun 5 dan Stasiun 6
- Pantai Sidem : Stasiun 1, Stasiun 7, Stasiun 8, Stasiun 9 dan Stasiun 10
- PLTA : Stasiun 11
- Setelah PLTA : Stasiun 12
- Muara Sungai : Stasiun 13, Stasiun 14 dan Stasiun 15
- Setelah muara sungai : Stasiun 2

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian mengenai distribusi ukuran butiran sedimen di Teluk Popoh, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Alat-alat yang Digunakan dalam Penelitian

| No. | Nama Alat | Fungsi |
|----------------------------------|----------------------|---|
| A. Peralatan Lapang | | |
| 1. | GPS Garmin 78 S | Mengetahui koordinat tempat pengambilan sedimen |
| 2. | Ekman Grab | Mengambil sedimen di perairan |
| 3. | Cetok | Membantu memasukkan sedimen ke dalam plastik |
| 4. | Cool box | Wadah menyimpan sampel sedimen yang telah diambil |
| 5. | Perahu | Sebagai alat transportasi |
| 6. | Current meter | Mengukur kecepatan arus |
| 7. | Kamera Digital | Sebagai dokumentasi |
| 8. | Spidol Permanen | Memberi tanda pada sampel sedimen |
| 9. | Nampan | Wadah sementara sampel sedimen |
| B. Peralatan Laboratorium | | |
| 1. | Timbangan Digital | Menimbang massa sedimen (ketelitian: 1 gr) |
| 2. | Timbangan Analitik | Menimbang massa sedimen (ketelitian: 0,001 gr) |
| 3. | Oven | Mengeringkan sedimen |
| 4. | Loyang | Wadah sampel sedimen saat dikeringkan |
| 5. | Ayakan bertingkat | Memisahkan ukuran butiran sedimen |
| 6. | <i>Shieve shaker</i> | Mengoperasikan ayakan |
| 7. | Kuas | Membersihkan ayakan yang sudah digunakan |
| 8. | Sendok | Mengambil sedimen yang akan ditimbang massanya |

3.2.2 Bahan Penelitian

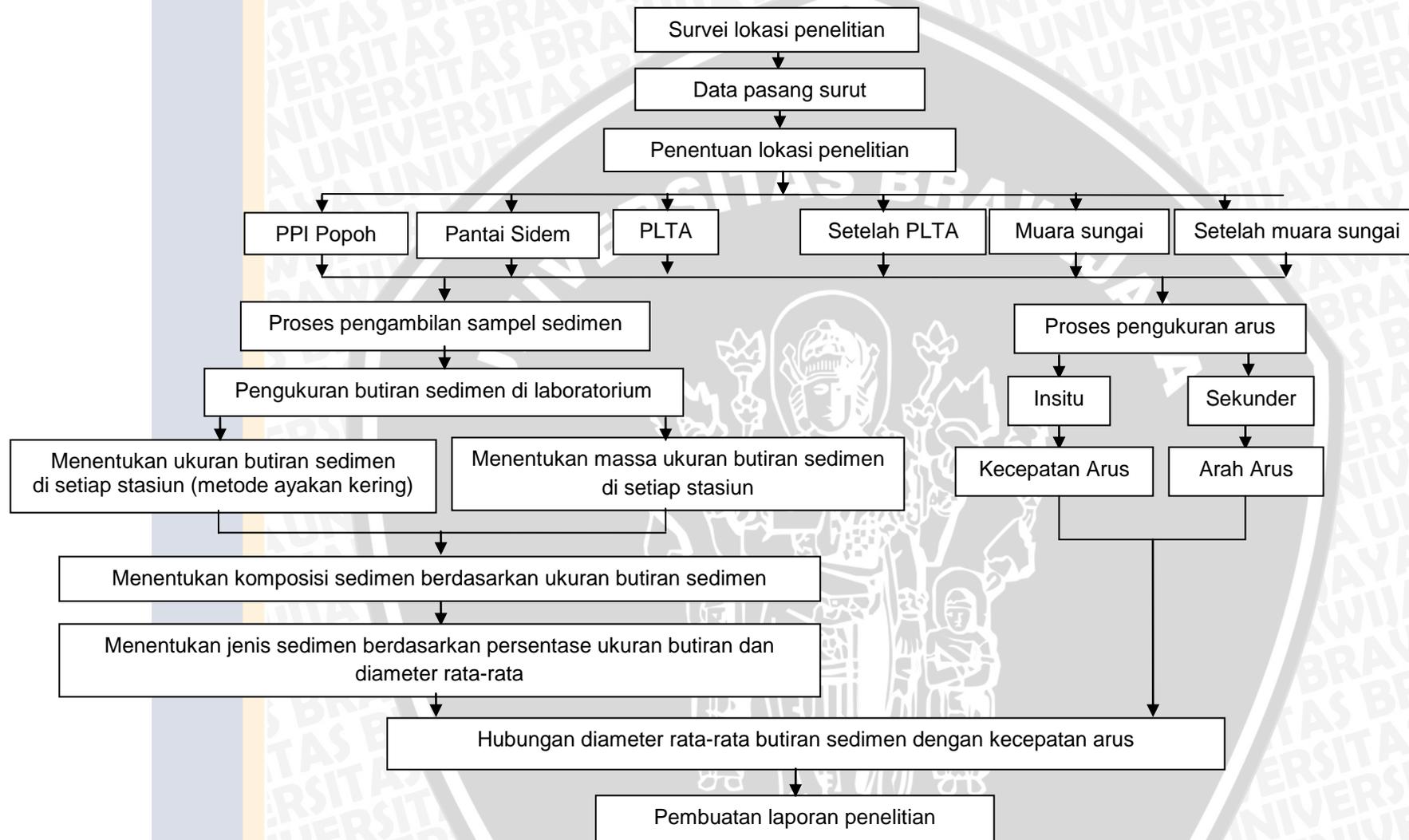
Bahan yang digunakan dalam penelitian mengenai distribusi ukuran butiran sedimen di Teluk Popoh, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur adalah sebagai berikut:

Tabel 8. Bahan yang Digunakan dalam Penelitian

| No. | Nama Bahan | Fungsi |
|-----|--------------|---|
| 1. | Plastik | Sebagai wadah sampel sedimen |
| 2. | Karet Gelang | Mengikat kantong plastik yang berisi sampel sedimen |
| 3. | Tisu | Membersihkan alat-alat yang digunakan |

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian mengenai distribusi ukuran butiran sedimen di Teluk Popoh, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur diawali dengan survei lapangan dan data pasang surut perairan Kabupaten Tulungagung yang diperoleh dari pemodelan pasang surut dengan menggunakan *software* TMD (*Tide Model Driver*). Survei lapangan bertujuan untuk menentukan lokasi pengambilan sampel sedimen dan data arus. Setelah menentukan lokasi pengambilan data, tahap selanjutnya yaitu pengambilan sampel sedimen dan data arus di lokasi tersebut. Langkah berikutnya, sampel sedimen yang sudah diperoleh dianalisa di laboratorium untuk mengetahui ukuran butiran sedimen pada masing-masing lokasi sampling. Data hasil analisa di laboratorium digunakan untuk menentukan komposisi, jenis dan tekstur sedimen. Sedangkan data arus digunakan untuk mengetahui keterkaitan antara kecepatan arus dengan distribusi ukuran butiran sedimen. Data yang digunakan adalah rata-rata kecepatan arus dan rata-rata diameter butir sedimen. Adapun prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 12:

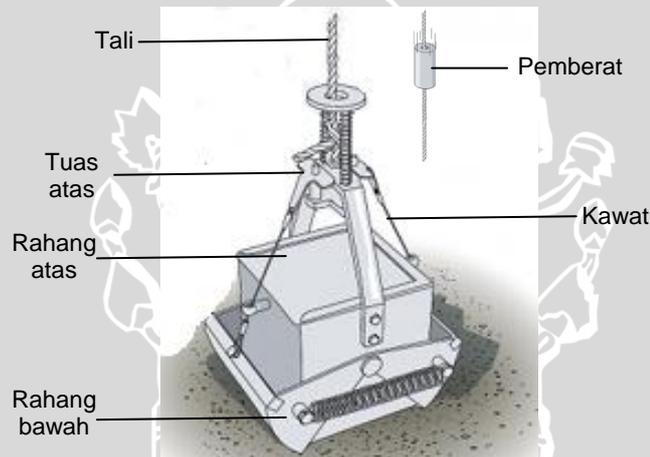


Gambar 12. Alur Penelitian

3.4 Data Primer

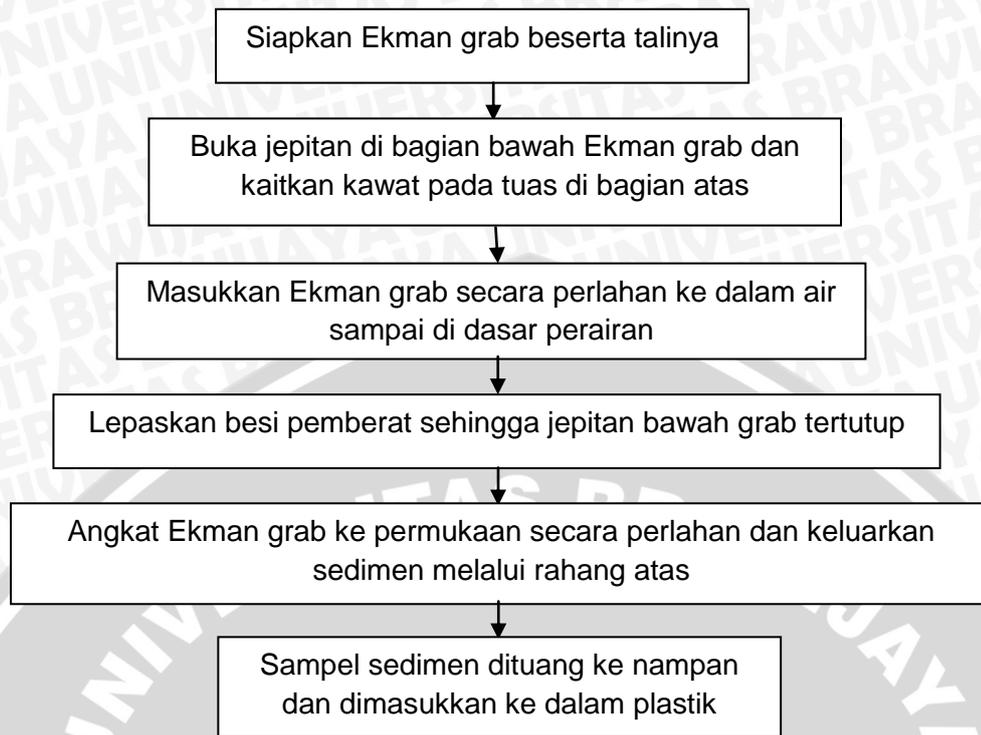
3.4.1 Sedimen

Alur pengambilan sampel sedimen diawali dengan menuju lokasi sampling menggunakan perahu. Setelah tiba di lokasi, catat koordinat dengan menggunakan GPS. Selanjutnya, pengambilan sampel sedimen dengan menggunakan Ekman grab, yang terdiri dari satu atau dua jepitan (rahang) dan berfungsi untuk mengambil atau menyekop sedimen. Perlu diperhatikan arah dan kecepatan arus pada saat penurunan Ekman grab ke perairan agar alat tetap konstan pada posisi titik sampling.



Gambar 13. Ekman Grab dan Bagian-bagiannya
(Sumber: Smith, 2013)

Proses pengambilan sampel sedimen dengan menggunakan Ekman grab dapat dilihat pada Gambar 14.

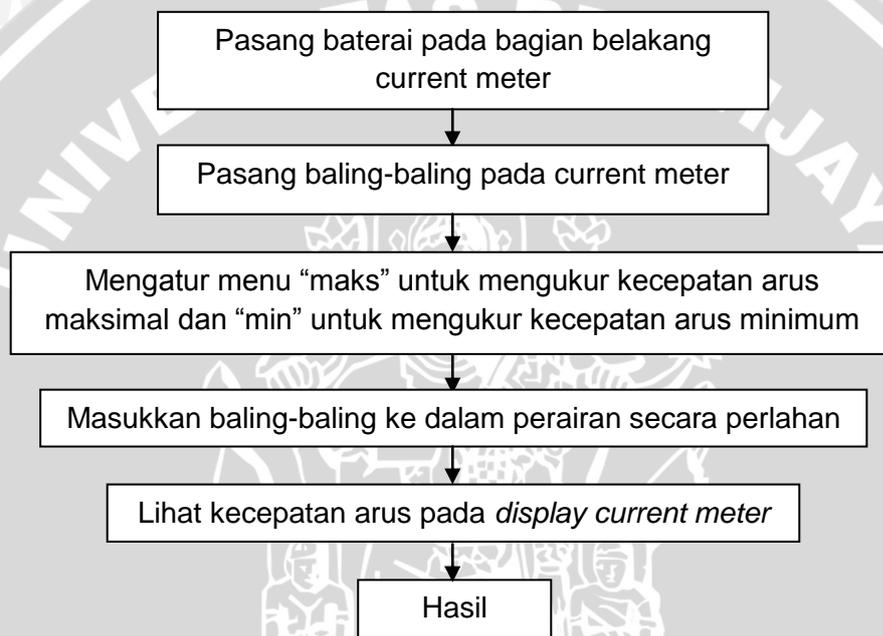


Gambar 14. Proses Pengambilan Sampel Sedimen

Berikut ini merupakan penjelasan dari proses pengambilan sampel sedimen. Pertama, siapkan Ekman grab lengkap dengan talinya. Kemudian buka jepitan (rahang) di bagian bawah Ekman grab dan kaitkan kawat jepitan bawah pada tuas yang ada di bagian atas grab, lalu masukkan grab secara perlahan ke dalam air sampai di dasar perairan. Lepaskan besi pemberat sehingga jepitan bawah grab akan tertutup. Selanjutnya, angkat grab ke permukaan secara perlahan dan keluarkan sampel sedimen melalui rahang atas. Sampel sedimen yang diambil, dituangkan ke dalam nampan yang selanjutnya dimasukkan ke dalam plastik yang telah diberi label dengan bantuan cetok.

3.4.2 Kecepatan Arus

Data arus yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer berupa pengukuran kecepatan arus dengan menggunakan *current meter*. Titik pengambilan data arus disesuaikan dengan stasiun pengambilan sampel sedimen. Pada setiap stasiun dilakukan 3 kali pengambilan data arus. Proses pengukuran kecepatan arus dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Pengukuran Kecepatan Arus

Berikut ini akan dijelaskan skema kerja mengukur kecepatan arus dengan menggunakan *current meter*. Pertama, pasang 2 buah baterai pada bagian belakang dengan membuka baut. Setelah baterai terpasang, cek dengan menyalakan tombol *on/off* jika layar menyala alat bisa digunakan. Selanjutnya pasang baling-baling pada *current meter*. Ada dua macam baling-baling, yaitu baling-baling stik dan baling-baling yang berukuran lebih besar. Baling-baling stik digunakan pada perairan dangkal sedangkan baling-baling yang besar

digunakan pada perairan dalam. Selanjutnya yaitu mengatur menu “maks” untuk mengukur kecepatan arus maksimal suatu perairan dan menu “min” untuk mengukur kecepatan minimum suatu perairan. Kemudian, masukkan baling-baling current meter ke dalam perairan secara perlahan. Lihat angka yang muncul pada layar dan ditunggu hingga angka stabil. Lalu dicatat hasil pengukurannya.

3.5 Data Sekunder

3.5.1 Pasang Surut

Data pasang surut yang digunakan dalam penelitian ini berupa prediksi pasang surut yang diperoleh dari hasil pemodelan. Software yang digunakan adalah TMD (*Tide Model Driver*). Data yang dihasilkan dari pemodelan tersebut adalah data prediksi pasang surut perairan Teluk Popoh pada bulan Maret 2014. Data pasang surut tersebut berupa data prediksi ketinggian permukaan perairan setiap jam dan grafik pasang surut di daerah penelitian.

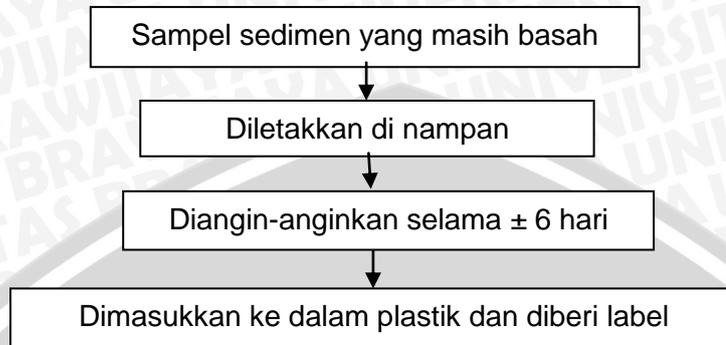
3.5.2 Data Arus

Data sekunder arus merupakan data yang meliputi peta pergerakan arus. Data tersebut didapatkan melalui ERDDAP dan diolah menggunakan program Surfer 10. Data arus diperlukan untuk mengetahui hubungan antara distribusi sedimen dan juga pergerakannya.

3.6 Analisa Sampel Sedimen

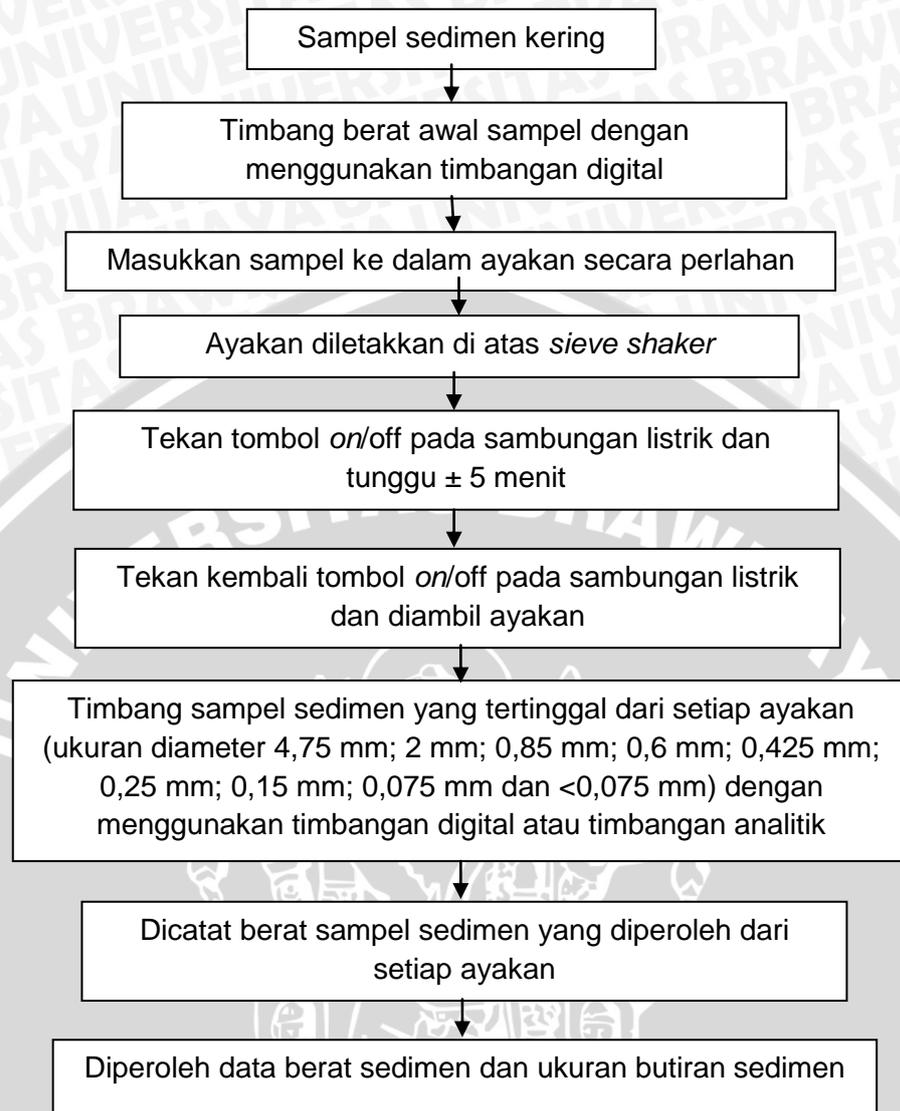
Sampel sedimen yang telah didapatkan dari lapang selanjutnya dianalisa di laboratorium untuk mengetahui ukuran butiran sedimen. Metode yang digunakan adalah metode ayakan kering. Sebelum proses pengayakan, hal pertama yang dilakukan adalah mengeringkan sampel sedimen setiap stasiun. Pada penelitian

ini, sampel sedimen dikeringkan dengan proses penganginan. Skema kerjanya dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Proses Pengeringan Sampel Sedimen

Proses penganginan bertujuan untuk mengurangi kadar garam pada sampel sedimen. Pada penelitian ini, secara visual sampel sedimen yang didapatkan berupa pasir sehingga dengan proses penganginan sampel sudah kering sehingga tidak perlu melakukan pengeringan dengan menggunakan oven. Proses selanjutnya yaitu pengayakan. Prosedur pengayakan sampel sedimen kering dapat dilihat pada Gambar 17



Gambar 17. Proses Pengayakan Sampel Sedimen

Berikut penjelasan skema kerja proses pengayakan sampel sedimen: sampel sedimen kering ditimbang berat awal dengan menggunakan timbangan digital dan dicatat hasil pengukurannya. Selanjutnya, proses pengukuran ukuran butir sedimen dengan menggunakan ayakan ASTM (*American Society for Testing and Materials*) dengan metode ayak kering pada saringan bertingkat (*sieve analysis*). Susun ayakan bertingkat dari atas ke bawah, diawali dengan ayakan yang memiliki diameter lubang paling besar (4,75 mm) hingga terkecil (< 0,075 mm)

dan masukkan sedimen ke dalam ayakan paling atas. Kemudian letakkan ayakan di atas *sieve shaker* (mesin pemisah partikel) dan tutup dengan menggunakan tutup pemberat yang berfungsi untuk menekan ayakan bertingkat agar tidak tumpah atau bergeser.

Langkah berikutnya, nyalakan mesin dengan menekan tombol *on/off* pada sambungan listrik dan tunggu ± 5 menit (asumsi sampel sedimen telah terpisah). Setelah selesai, matikan mesin dengan menekan kembali tombol *on/off* pada sambungan listrik. Setelah mesin berhenti, ambil ayakan dari mesin dan dilihat hasil sedimen dari setiap ayakan. Selanjutnya, timbang sedimen yang tertinggal dari setiap ayakan (ukuran diameter 4,75 mm; 2 mm; 0,85 mm; 0,6 mm; 0,425 mm; 0,25 mm; 0,15 mm; 0,075 mm dan $< 0,075$ mm) dengan menggunakan timbangan digital atau timbangan analitik. Kemudian, dicatat berat sedimen yang diperoleh setiap ayakan, sehingga diperoleh data berat sedimen dan ukuran butiran sedimen.

Tabel 9. Ukuran Mesh Ayakan

| No. Ayakan | Diameter <i>mesh</i> ayakan (mm) |
|------------|----------------------------------|
| 4 | 4,75 |
| 10 | 2 |
| 20 | 0,85 |
| 30 | 0,6 |
| 40 | 0,425 |
| 60 | 0,25 |
| 100 | 0,15 |
| 200 | 0,075 |
| Pan | - |

3.7 Analisa Granulometri

Menurut Affandi dan Surbakti (2012), statistika sedimen berfungsi untuk mengkaji dan menentukan lingkungan sedimentasi serta arah transport sedimen. Pada penelitian ini, parameter statistik butiran sedimen yang di uji meliputi *mean* (rata-rata), standar deviasi (pemilahan sedimen/*sorting*), nilai kepengcangan (*skewness*), dan nilai keruncingan (*kurtosis*). Dalam menentukan statistik butiran sedimen, satuan ukuran butiran sedimen yang digunakan adalah phi (ϕ), sehingga perlu dikonversi dari satuan mm ke satuan phi.

Rumus untuk konversi satuan dari mm ke phi (ϕ):

$$\phi (\phi) = -3,3219 \times (\log D) \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

dimana D = diameter butiran dalam satuan mm

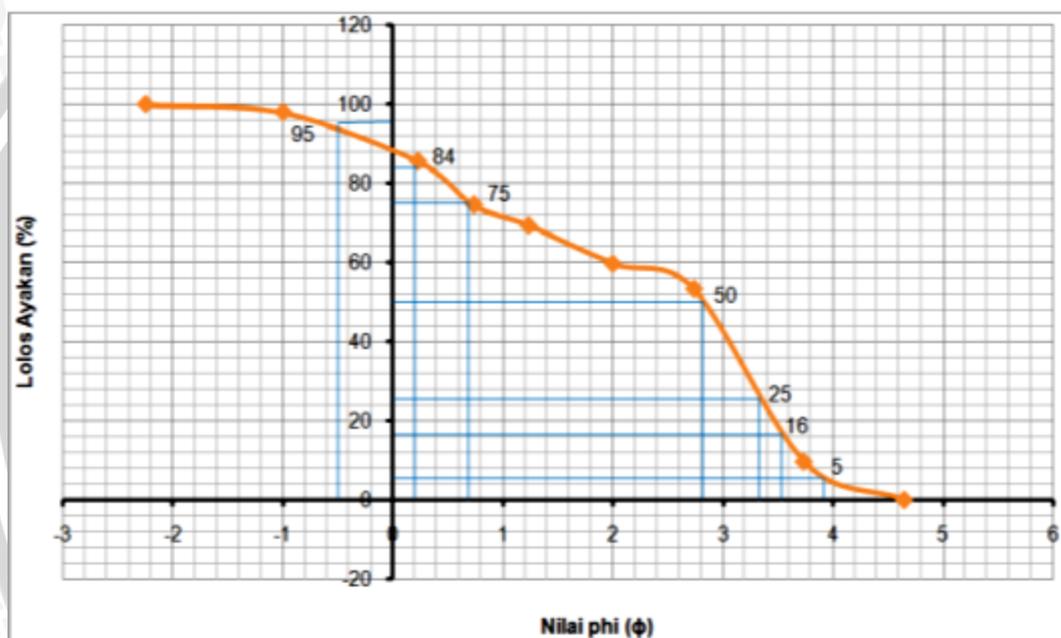
Berikut ini hasil konversi diameter butiran sedimen dalam satuan mm ke satuan phi:

Tabel 10. Hasil Konversi Diameter Butiran

| Diameter Ukuran Butiran (mm) | Diameter Ukuran Butiran (ϕ) |
|------------------------------|------------------------------------|
| 4,75 | -2,25 |
| 2 | -1,00 |
| 0,85 | 0,23 |
| 0,6 | 0,74 |
| 0,425 | 1,23 |
| 0,25 | 2,00 |
| 0,15 | 2,74 |
| 0,075 | 3,74 |
| 0,04 | 4,64 |



Setelah dikonversi ke dalam satuan phi, selanjutnya menentukan nilai phi dengan menggunakan grafik distribusi ukuran butiran sedimen, dimana sumbu y menunjukkan persentase lolos ayakan dan sumbu x menunjukkan diameter ukuran butiran dalam satuan phi. Nilai phi yang dicari yaitu $\phi 5$, $\phi 16$, $\phi 25$, $\phi 50$, $\phi 75$, $\phi 84$ dan $\phi 95$. Buat garis lurus yang sejajar dengan sumbu x lalu tarik garis dari sumbu y hingga bertemu dengan grafik distribusi, dari titik pertemuan tersebut lalu ditarik garis ke arah sumbu x sehingga ditemukan nilai phi. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 18.



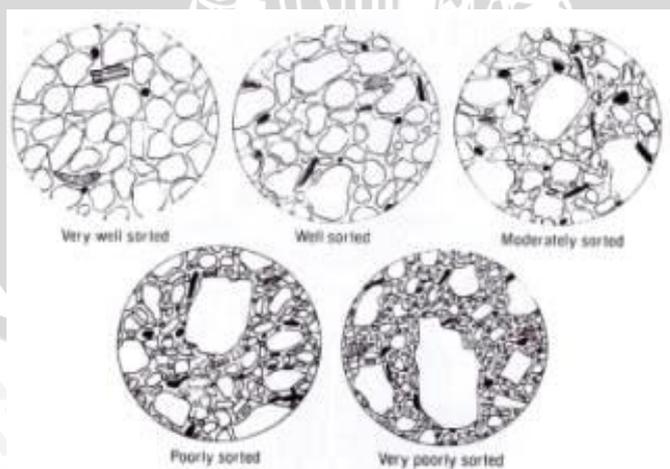
Gambar 18. Penentuan Nilai Phi

3.7.1 Mean

Diameter rata-rata ukuran partikel sedimen digambarkan dengan menggunakan skala nilai pada Wentworth (Blott dan Pye,2001). Diameter rata-rata sedimen adalah ukuran partikel sedimen yang berguna untuk menggambarkan perbedaan jenis, ketahanan partikel terhadap *weathering* dan proses transportasi serta pengendapan (Rifardi, 2008 *dalam* Putra, *et al.*,2012).

3.7.2 Sortasi

Proses sedimen secara alamiah memiliki suatu rentang ukuran partikel. Penyebaran ukuran partikel di sekitar ukuran rata-ratanya disebut sortasi. Sedimen dengan *well-sorted* menunjukkan penyebaran ukuran yang lebar, sedangkan sedimen dengan *poorly-sorted* menunjukkan penyebaran ukuran yang sempit. Dalam hal ini, sedimen dengan *well-sorted* cenderung partikelnya makin seragam, sedangkan sedimen dengan *poorly-sorted* cenderung partikelnya tidak seragam (beragam) (Junaidi dan Restu, 2011). Rifardi (2008) *dalam* Putra, *et al.* (2012), menambahkan bahwa sortasi mengindikasikan tingkat kestabilan kondisi oseanografi di lingkungan pengendapan.



Gambar 19. Penyebaran Ukuran Partikel Sedimen (Sortasi)
(Sumber : Fritz dan Moore, 1988)

Tabel 11. Klasifikasi Sortasi

| Koefisien Sortasi | Klasifikasi |
|-------------------|---|
| <0,35 | Sangat tersortir baik (<i>Very well sorted</i>) |
| 0,35-0,50 | Tersortir baik (<i>Well sorted</i>) |
| 0,50-0,70 | Tersortir baik-sedang (<i>Moderately well sorted</i>) |
| 0,70-1,00 | Tersortir sedang (<i>Moderately sorted</i>) |
| 1,00-2,00 | Kurang tersortir (<i>Poorly sorted</i>) |
| 2,00-4,00 | Sangat kurang tersortir (<i>Very poorly sorted</i>) |
| >4,00 | Tersortir buruk (<i>Extremely poorly sorted</i>) |

(Sumber: Folk dan Ward, 1957)

3.7.3 Skewness (Kemiringan/Kepencengan)

Menurut Junaidi dan Restu (2011), distribusi normal sedimen adalah simetris di sekitar rata-rata dan tidak miring ke arah sisi yang lain dari distribusi sedimen. Menurut Duane (1964) dalam Mukminin (2008), menjelaskan bahwa *negatively skewness* disebabkan oleh kelebihan material-material kasar dari distribusi normal dan diduga dihasilkan oleh lingkungan yang menjadi sasaran aktifitas gelombang dan arus. Sedangkan *positively skewness* dihasilkan oleh lingkungan aktifitas gelombang sangat kecil. Affandi dan Surbakti (2012) menambahkan bahwa skewness dapat digunakan untuk mengetahui dinamika sedimentasi di suatu perairan.

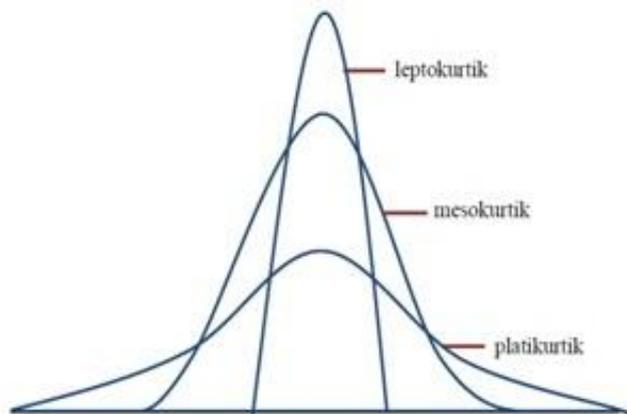
Tabel 12. Klasifikasi Nilai-nilai Skewness

| Nilai Skewness | Kategori Partikel |
|----------------|---|
| 0,3 to 1 | Sangat miring ke arah partikel halus (<i>Very fine skewed</i>) |
| 0,1 to 0,3 | Miring ke arah partikel halus (<i>Fine skewed</i>) |
| 0,1 to -0,1 | Hampir simetris (<i>Symmetrical</i>) |
| -0,1 to -0,3 | Miring ke arah partikel kasar (<i>Coarse skewed</i>) |
| -0,3 to -1 | Sangat miring ke arah partikel kasar (<i>Very coarse skewed</i>) |

(Sumber: Folk dan Ward, 1957)

3.7.4 Kurtosis

Kurtosis menunjukkan kepuncakan atau kedataran distribusi dalam perbandingannya kepada distribusi normal. Ukuran kurtosis menunjukkan rasio antara sebaran ekor dengan pusat sebaran (Junaidi dan Restu, 2011). Menurut Septaliana dan Aisyah (2011), keruncingan atau kurtosis adalah tingkat kepuncakan dari sebuah distribusi yang diambil secara relatif terhadap suatu distribusi normal. Berdasarkan keruncingannya, kurva distribusi dapat dibedakan atas tiga macam yaitu leptokurtik (puncak kurva relatif tinggi), platikurtik (puncak kurva hampir mendatar) dan mesokurtik (puncak kurva tidak tinggi dan tidak mendatar).



Gambar 20. Macam-macam Bentuk Kurva Kurtosis
(Sumber: Septaliana dan Aisyah, 2011)

Tabel 13. Klasifikasi Nilai-nilai Kurtosis

| Nilai Kurtosis | Klasifikasi |
|----------------|--|
| < 0,67 | Sangat platikurtik (<i>Very platykurtic</i>) |
| 0,67 – 0,90 | Platikurtik (<i>Platykurtic</i>) |
| 0,90 – 1,11 | Mesokurtik (<i>Mesokurtic</i>) |
| 1,11 – 1,50 | Leptokurtik (<i>Leptokurtic</i>) |
| 1,50 - 3,00 | Sangat leptokurtik (<i>Very leptokurtic</i>) |
| >3,00 | Extremely leptokurtic |

(Sumber: Folk dan Ward, 1957)

Menurut Folk dan Ward (1957), rumus yang digunakan untuk menentukan nilai rata-rata (*mean*), standar deviasi (pemilahan sedimen/sortasi), nilai kepengengan (*skewness*), dan nilai keruncingan (*kurtosis*) adalah sebagai berikut:

$$\text{Mean (Mz)} = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Sortasi } (\sigma_1) = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6} \dots\dots\dots (3)$$



$$\text{Skewness } (Sk_1) = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - (2 \times \phi_{50})}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_{5} + \phi_{95} - (2 \times \phi_{50})}{2(\phi_{95} - \phi_{5})} \dots\dots (4)$$

$$\text{Kurtosis } (K_G) = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2,44(\phi_{75} - \phi_{25})} \dots\dots\dots (5)$$

3.8 Analisa Data

Data yang diperoleh dari uji sampel sedimen di laboratorium dengan menggunakan ayakan *ASTM Standar Test Sieve* berupa ukuran partikel sedimen dan massa dari masing-masing ukuran partikel sedimen. Selanjutnya, dilakukan analisa dari data tersebut untuk mengetahui persentase dari masing-masing fraksi sedimen dan jenis sedimen. Penentuan klasifikasi sedimen menggunakan pembagian ukuran butiran sedimen berdasarkan skala Wenworth.

| Millimeters (mm) | Micrometers (µm) | Phi (φ) | Wentworth size class | Rock type | |
|------------------|------------------|---------|----------------------|--------------------------|-----------|
| 4096 | | -12.0 | Boulder | Conglomerate/ Breccia | |
| 256 | | -8.0 | Cobble | | |
| 64 | | -6.0 | Pebble | | |
| 4 | | -2.0 | Granule | | |
| 2.00 | | -1.0 | Very coarse sand | | |
| 1.00 | | 0.0 | Coarse sand | Sandstone | |
| 1/2 | 500 | 1.0 | Medium sand | | |
| 1/4 | 250 | 2.0 | Fine sand | | |
| 1/8 | 125 | 3.0 | Very fine sand | | |
| 1/16 | 63 | 4.0 | Coarse silt | | |
| 1/32 | 31 | 5.0 | Medium silt | Siltstone | |
| 1/64 | 15.6 | 6.0 | Fine silt | | |
| 1/128 | 7.8 | 7.0 | Very fine silt | | |
| 1/256 | 3.9 | 8.0 | Clay | Mud | Claystone |
| 0.00006 | 0.06 | 14.0 | | | |

Gambar 21. Klasifikasi Sedimen Menurut Skala Wentworth
(Sumber: Wentworth, 1992)



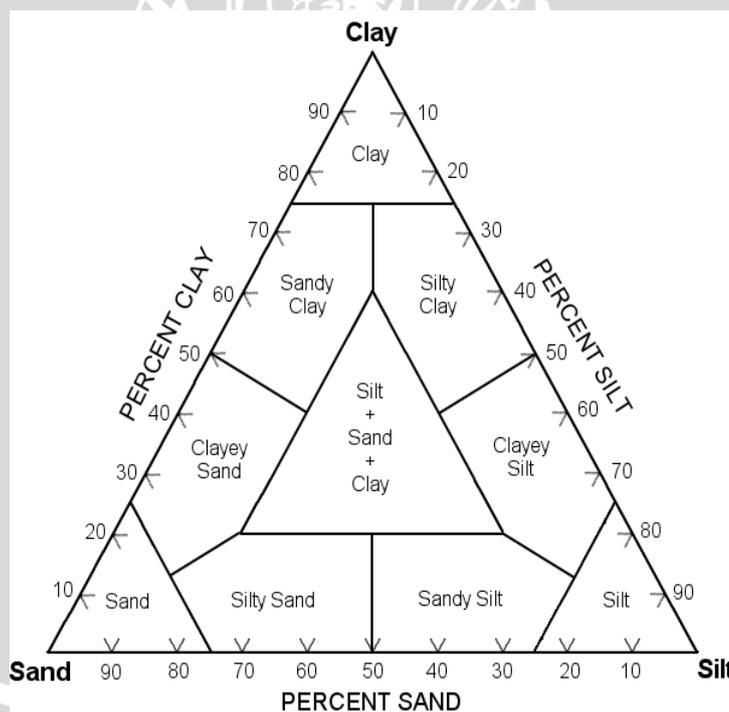
Menurut Purnawan *et al.* (2012), penentuan ukuran butir rata-rata menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$d_{rata-rata} = \sum \frac{\% \text{ massa fraksi } i \times \text{diameter tengah kisaran fraksi } i}{100} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

d: nilai ukuran butiran rata-rata (mm)

Persen berat dari masing-masing partikel sedimen dapat digunakan untuk menentukan jenis sedimen. Penentuan jenis sedimen dalam penelitian ini menggunakan pembagian kategori partikel sedimen berdasarkan segitiga Shepard. Penentuan jenis sedimen berdasarkan persentase dari pasir, lanau dan lempung.



Gambar 22. Segitiga Shepard
(Sumber: Alden, 2013)



Cara menentukan jenis sedimen menggunakan segitiga Shepard adalah sebagai berikut: misalnya suatu sampel sedimen mengandung 60% pasir, 30% lanau dan 10% lempung. Pada Gambar 22 dapat dilihat bahwa sudut kanan bawah segitiga menggambarkan 0% pasir dan sudut kirinya 100% pasir, temukan titik 60% pasir pada sisi dasar segitiga dan dari titik ini tarik garis sejajar dengan sisi kanan segitiga (ke kiri atas). Kemudian, pada sudut kanan atas segitiga menggambarkan 0% lanau dan sudut kanan bawah 100% lanau, temukan titik 30% lanau pada sisi kanan segitiga dan tarik garis dari titik tersebut sejajar dengan sisi kiri segitiga, sehingga berpotongan dengan garis pertama. Selanjutnya, dilihat pada sudut kiri bawah segitiga menggambarkan 0% lempung dan sudut kiri atas segitiga 100% lempung, temukan titik 10% lempung pada sisi kiri segitiga dan tarik garis dari titik tersebut ke kanan sejajar dengan sisi dasar segitiga sehingga memotong dua garis sebelumnya. Dari perpotongan ketiga garis ini ditemukan jenis sedimennya yaitu "*silty sand* (pasir berlumpur)".

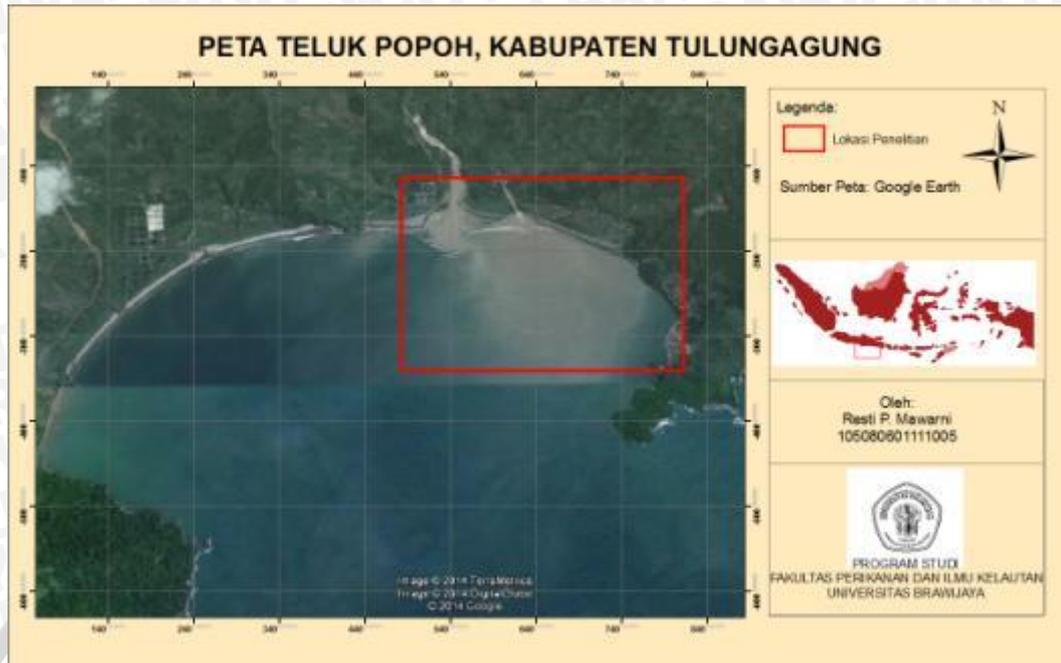
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Secara geografis Teluk Popoh terletak pada posisi $111^{\circ}47'21''$ sampai dengan $111^{\circ}48'10''$ bujur timur dan $8^{\circ}15'18''$ sampai dengan $8^{\circ}15'55''$ lintang selatan. Pantai Sidem dan Pantai Popoh merupakan pantai yang terletak di Teluk Popoh. Secara administratif, Teluk Popoh terletak di Desa Besole, Kecamatan Besuki, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur. Teluk Popoh berbatasan dengan Teluk Sine pada sebelah Timur, Teluk Prigi pada sebelah Barat, Kabupaten Trenggalek pada sebelah Utara dan Samudera Hindia di sebelah Selatan.

Teluk Popoh berlokasi sekitar 30 km selatan Kota Tulungagung. Di Teluk Popoh, tepatnya di Pantai Sidem terdapat PLTA Niama atau PLTA Tulungagung. Pada zaman pendudukan Jepang (1942-1945) PLTA ini hanya berupa saluran dan terowongan air untuk mengalirkan kelebihan air DAS Sungai Brantas di daerah Tulungagung ke Samudera Hindia. Upaya ini dilakukan untuk mengendalikan terjadinya banjir. Selanjutnya pada tahun 1978, dilakukan Proyek Drainase Tulungagung berupa pembuatan terowongan Selatan dan Saluran Drainase Parit Agung ke arah selatan menuju Samudera Hindia dan dibangunlah PLTA yang digunakan untuk memanfaatkan kelebihan sumber daya air yang melimpah sebagai pembangkit tenaga listrik (Hibban,2013).



Gambar 23. Peta Teluk Popoh
(Sumber: Google Earth,2014)

4.1.2 Ukuran Butiran Sedimen

Dibawah ini akan disajikan persentase jenis sedimen dari setiap stasiun penelitian.

Stasiun 1

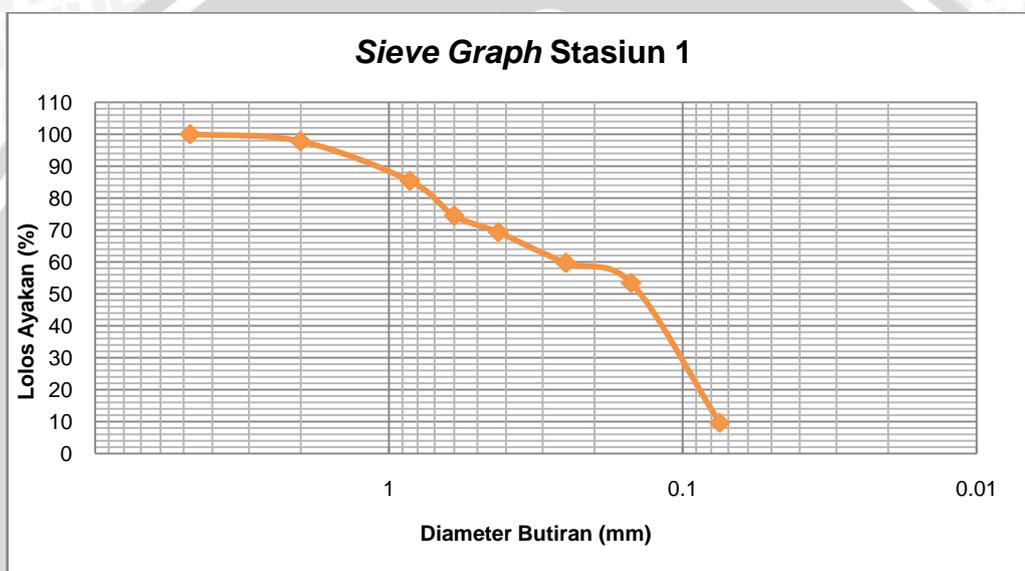
Berdasarkan hasil pengukuran ukuran butiran sedimen Stasiun 1 dengan menggunakan ayakan ASTM dan penentuan klasifikasi sedimen dengan menggunakan skala Wentworth diperoleh hasil sebagai berikut (Tabel 14):

Tabel 14. Persentase Jenis Sedimen Stasiun 1

| Ukuran Butir (mm) | Jenis Sedimen | Persentase (%) |
|-------------------|---------------|---------------------------|
| > 2 | Kerikil | 0 |
| 1-2 | Pasir | Pasir Sangat Kasar 2,203 |
| 0,5-1 | | Pasir Kasar 23,377 |
| 0,25-0,5 | | Pasir Sedang 5,156 |
| 0,125-0,25 | | Pasir Halus 15,877 |
| 0,0625-0,125 | | Pasir Sangat Halus 43,808 |
| < 0,0625 | Lanau | 9,579 |

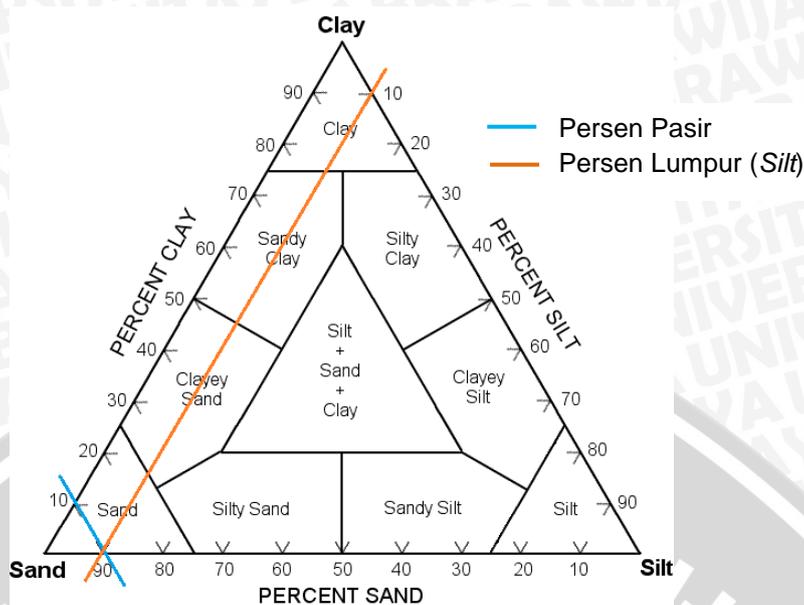
Berdasarkan Tabel 14, diperoleh jenis sedimen dominan pada Stasiun 1 adalah pasir sangat halus (diameter 0,0625-0,125 mm) dengan persentase sebesar 43,808% dan jenis sedimen dengan persentase terkecil adalah kerikil (diameter >2 mm) dengan persentase sebesar 0%.

Dari hasil uji ayakan sedimen dapat dibuat grafik uji ayakan (*Sieve graph*) seperti pada Gambar 24. Grafik ini menggambarkan persentase sedimen yang lolos ayakan dengan ukuran butiran sedimen dalam satuan mm.



Gambar 24. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 1

Berdasarkan Gambar 24 diperoleh bahwa sedimen pada Stasiun 1 didominasi oleh butiran pasir, sehingga diameter butiran sedimen tersebut dapat lolos pada ayakan dengan ukuran lubang mesh yang besar dan tertahan di ayakan dengan ukuran lubang mesh yang lebih kecil. Grafik tersebut menggambarkan distribusi ukuran butiran sedimen dengan persentase lolos ayakan yang beragam, karena interval persentase lolos ayakan antara ukuran butiran sedimen yang cukup jauh persentasenya.



Gambar 25. Tekstur Sedimen Stasiun 1

Penentuan jenis sedimen dengan menggunakan segitiga Shepard diperoleh bahwa sampel sedimen Stasiun 1 mengandung 90% pasir (*sand*) dan 10% lumpur (*silt*). Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada Stasiun 1 sedimen bertekstur “pasir (*sand*)”.

Stasiun 2

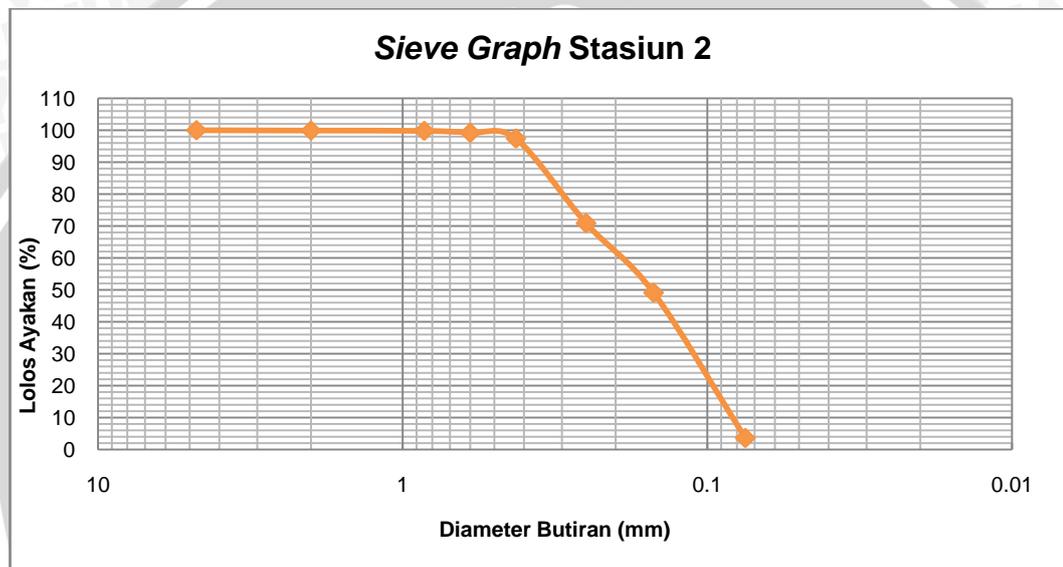
Berdasarkan hasil pengukuran ukuran butiran sedimen Stasiun 2 dengan menggunakan ayakan ASTM dan penentuan klasifikasi sedimen dengan menggunakan skala Wentworth diperoleh hasil sebagai berikut (Tabel 15):

Tabel 15. Persentase Jenis Sedimen Stasiun 2

| Ukuran Butir (mm) | Jenis Sedimen | | Persentase (%) |
|-------------------|---------------|--------------------|----------------|
| > 2 | Kerikil | | 0 |
| 1-2 | Pasir | Pasir Sangat Kasar | 0,094 |
| 0,5-1 | | Pasir Kasar | 0,646 |
| 0,25-0,5 | | Pasir Sedang | 1,81 |
| 0,125-0,25 | | Pasir Halus | 48,319 |
| 0,0625-0,125 | | Pasir Sangat Halus | 45,555 |
| < 0,0625 | Lanau | | 3,575 |

Berdasarkan Tabel 15, diperoleh jenis sedimen dominan pada Stasiun 2 adalah pasir halus (diameter 0,125-0,25 mm) dengan persentase sebesar 48,319% dan jenis sedimen dengan persentase terkecil adalah kerikil (diameter >2 mm) dengan persentase sebesar 0%.

Dari hasil uji ayakan sedimen dapat dibuat grafik uji ayakan (*Sieve graph*) seperti pada Gambar 26. Grafik ini menggambarkan persentase sedimen yang lolos ayakan dengan ukuran butiran sedimen dalam satuan mm.

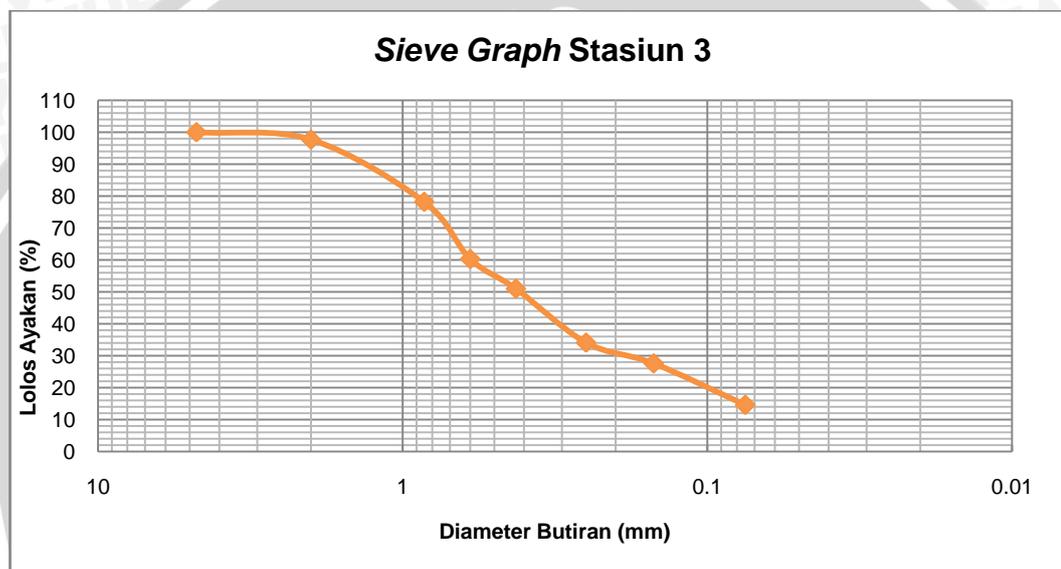


Gambar 26. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 2

Berdasarkan Gambar 26 diperoleh bahwa sedimen pada Stasiun 2 didominasi oleh butiran pasir, sehingga diameter butiran sedimen tersebut dapat lolos pada ayakan dengan ukuran lubang mesh yang besar dan tertahan di ayakan dengan ukuran lubang mesh yang lebih kecil. Grafik tersebut menggambarkan distribusi ukuran butiran sedimen dengan persentase lolos ayakan yang seragam, karena interval persentase lolos ayakan antara ukuran butiran sedimen yang kecil (berdekatan) atau cukup berjauhan persentasenya.

Berdasarkan Tabel 16, diperoleh jenis sedimen dominan pada Stasiun 3 adalah pasir kasar (diameter 0,5-1 mm) dengan persentase sebesar 37,397% dan jenis sedimen dengan persentase terkecil adalah kerikil (diameter >2 mm) dengan persentase sebesar 0%.

Dari hasil uji ayakan sedimen dapat dibuat grafik uji ayakan (*Sieve graph*) seperti pada Gambar 28. Grafik ini menggambarkan persentase sedimen yang lolos ayakan dengan ukuran butiran sedimen dalam satuan mm.

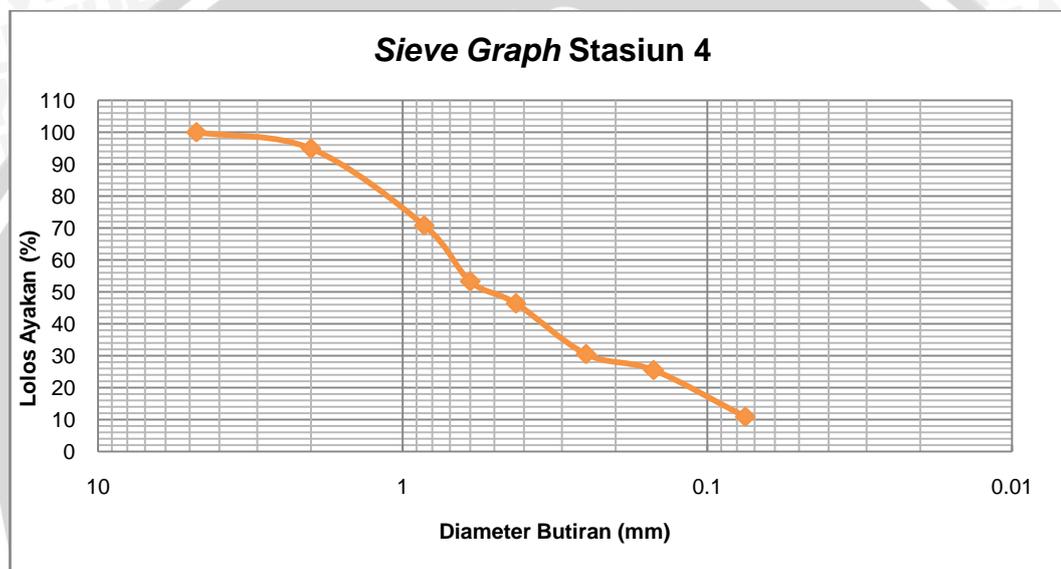


Gambar 28. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 3

Berdasarkan Gambar 28 diperoleh bahwa sedimen pada Stasiun 3 didominasi oleh butiran pasir, sehingga diameter butiran sedimen tersebut dapat lolos pada ayakan dengan ukuran lubang mesh yang besar dan tertahan di ayakan dengan ukuran lubang mesh yang lebih kecil. Grafik tersebut menggambarkan distribusi ukuran butiran sedimen dengan persentase lolos ayakan yang beragam, karena interval persentase lolos ayakan antara ukuran butiran sedimen yang besar (berjauhan) persentasenya.

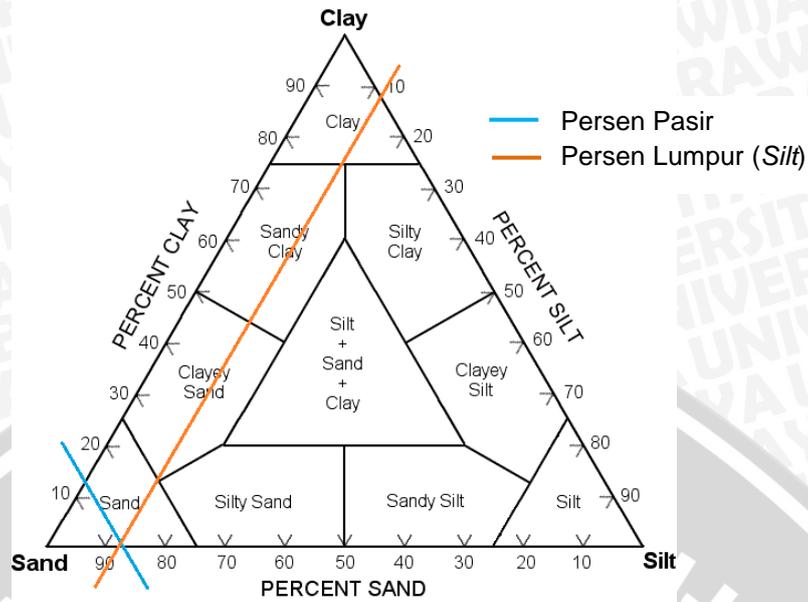
Berdasarkan Tabel 17, diperoleh jenis sedimen dominan pada Stasiun 4 adalah pasir kasar (diameter 0,5-1 mm) dengan persentase sebesar 41,548% dan jenis sedimen dengan persentase terkecil adalah kerikil (diameter >2 mm) dengan persentase sebesar 0%.

Dari hasil uji ayakan sedimen dapat dibuat grafik uji ayakan (*Sieve graph*) seperti pada Gambar 30. Grafik ini menggambarkan persentase sedimen yang lolos ayakan dengan ukuran butiran sedimen dalam satuan mm.



Gambar 30. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 4

Berdasarkan Gambar 30 diperoleh bahwa sedimen pada Stasiun 4 didominasi oleh butiran pasir, sehingga diameter butiran sedimen tersebut dapat lolos pada ayakan dengan ukuran lubang mesh yang besar dan tertahan di ayakan dengan ukuran lubang mesh yang lebih kecil. Grafik tersebut menggambarkan distribusi ukuran butiran sedimen dengan persentase lolos ayakan yang beragam, karena interval persentase lolos ayakan antara ukuran butiran sedimen yang besar (berjauhan) persentasenya.



Gambar 31. Tekstur Sedimen Stasiun 4

Penentuan jenis sedimen dengan menggunakan segitiga Shepard diperoleh bahwa sampel sedimen Stasiun 4 mengandung 89% pasir (*sand*) dan 11% lumpur (*silt*). Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada Stasiun 4 sedimen bertekstur “pasir (*sand*)”.

Stasiun 5

Berdasarkan hasil pengukuran ukuran butiran sedimen Stasiun 5 dengan menggunakan ayakan ASTM dan penentuan klasifikasi sedimen dengan menggunakan skala Wentworth diperoleh hasil sebagai berikut (Tabel 18):

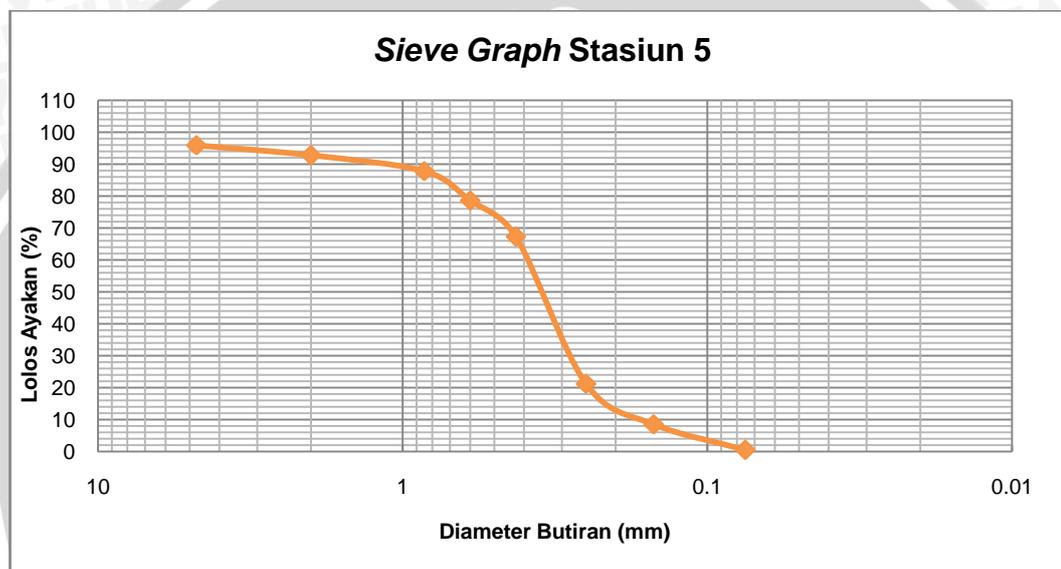
Tabel 18. Persentase Jenis Sedimen Stasiun 5

| Ukuran Butir (mm) | Jenis Sedimen | Persentase (%) | |
|-------------------|---------------|--------------------|--------|
| > 2 | Kerikil | 4,116 | |
| 1-2 | Pasir | Pasir Sangat Kasar | 3,133 |
| 0,5-1 | | Pasir Kasar | 14,188 |
| 0,25-0,5 | | Pasir Sedang | 11,317 |
| 0,125-0,25 | | Pasir Halus | 58,785 |
| 0,0625-0,125 | | Pasir Sangat Halus | 8,032 |
| < 0,0625 | Lanau | 0,429 | |



Berdasarkan Tabel 18, diperoleh jenis sedimen dominan pada Stasiun 5 adalah pasir halus (diameter 0,125-0,25 mm) dengan persentase sebesar 58,785% dan jenis sedimen dengan persentase terkecil adalah lanau (diameter < 0,0625 mm) dengan persentase sebesar 0,429%.

Dari hasil uji ayakan sedimen dapat dibuat grafik uji ayakan (*Sieve graph*) seperti pada Gambar 32. Grafik ini menggambarkan persentase sedimen yang lolos ayakan dengan ukuran butiran sedimen dalam satuan mm.

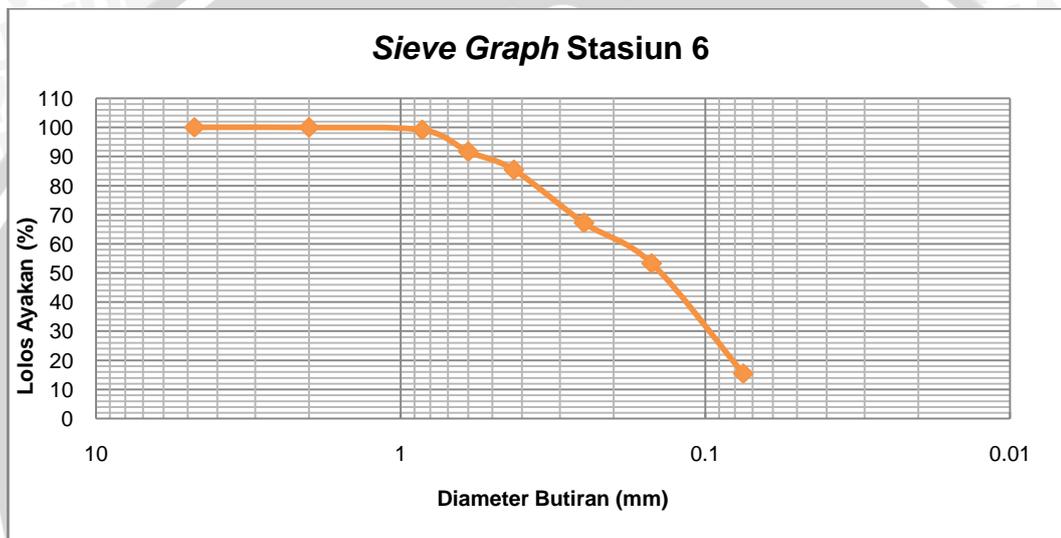


Gambar 32. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 5

Berdasarkan Gambar 32 diperoleh bahwa sedimen pada Stasiun 5 didominasi oleh butiran pasir, sehingga diameter butiran sedimen tersebut dapat lolos pada ayakan dengan ukuran lubang mesh yang besar dan tertahan di ayakan dengan ukuran lubang mesh yang lebih kecil. Grafik tersebut menggambarkan distribusi ukuran butiran sedimen dengan persentase lolos ayakan yang seragam, karena interval persentase lolos ayakan antara ukuran butiran sedimen yang kecil (berdekatan) atau cukup berjauhan persentasenya.

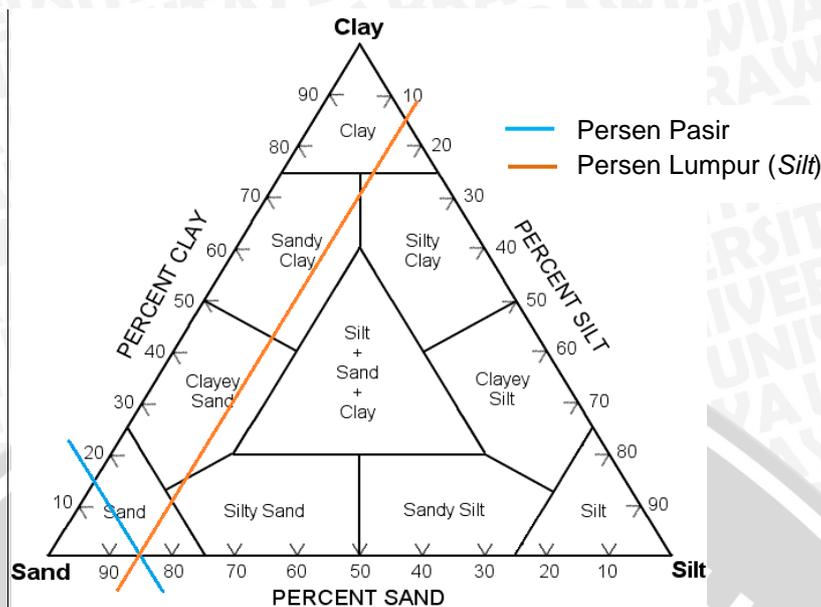
Berdasarkan Tabel 19, diperoleh jenis sedimen dominan pada Stasiun 6 adalah pasir sangat halus (diameter 0,0625-0,125 mm) dengan persentase sebesar 37,854% dan jenis sedimen dengan persentase terkecil adalah kerikil (diameter >2 mm) dengan persentase sebesar 0%.

Dari hasil uji ayakan sedimen dapat dibuat grafik uji ayakan (*Sieve graph*) seperti pada Gambar 34. Grafik ini menggambarkan persentase sedimen yang lolos ayakan dengan ukuran butiran sedimen dalam satuan mm.



Gambar 34. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 6

Berdasarkan Gambar 34 diperoleh bahwa sedimen pada Stasiun 6 didominasi oleh butiran pasir, sehingga diameter butiran sedimen tersebut dapat lolos pada ayakan dengan ukuran lubang mesh yang besar dan tertahan di ayakan dengan ukuran lubang mesh yang lebih kecil. Grafik tersebut menggambarkan distribusi ukuran butiran sedimen dengan persentase lolos ayakan yang seragam, karena interval persentase lolos ayakan antara ukuran butiran sedimen yang kecil (berdekatan) atau cukup berjauhan persentasenya.



Gambar 35. Tekstur Sedimen Stasiun 6

Penentuan jenis sedimen dengan menggunakan segitiga Shepard diperoleh bahwa sampel sedimen Stasiun 6 mengandung 85% pasir (*sand*) dan 15% lumpur (*silt*). Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada Stasiun 6 sedimen bertekstur “pasir (*sand*)”.

Stasiun 7

Berdasarkan hasil pengukuran ukuran butiran sedimen Stasiun 7 dengan menggunakan ayakan ASTM dan penentuan klasifikasi sedimen dengan menggunakan skala Wentworth diperoleh hasil sebagai berikut (Tabel 20):

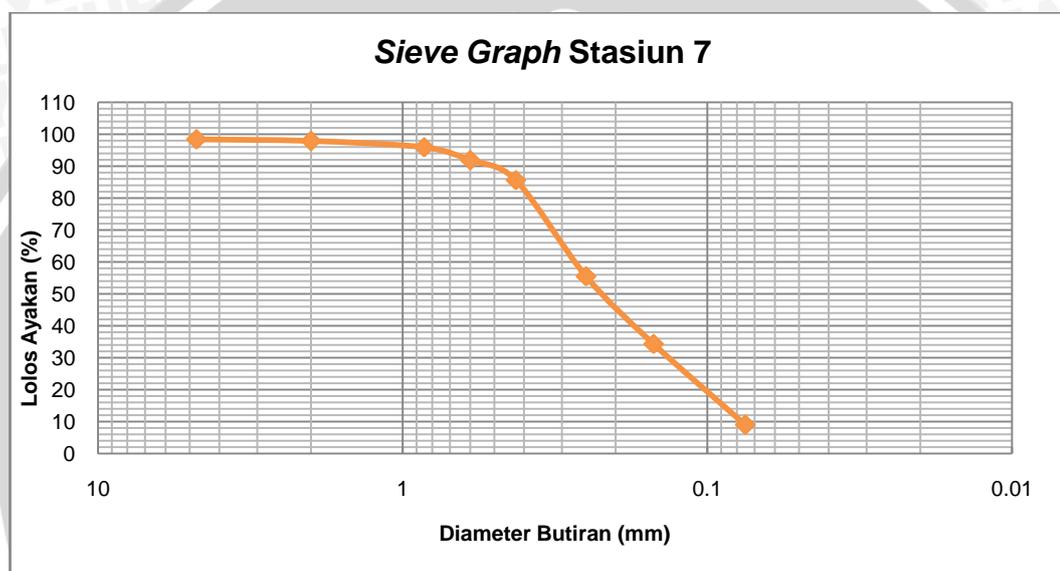
Tabel 20. Persentase Jenis Sedimen Stasiun 7

| Ukuran Butir (mm) | Jenis Sedimen | Persentase (%) | |
|-------------------|---------------|--------------------|--------|
| > 2 | Kerikil | 1,656 | |
| 1-2 | Pasir | Pasir Sangat Kasar | 0,505 |
| 0,5-1 | | Pasir Kasar | 5,951 |
| 0,25-0,5 | | Pasir Sedang | 6,283 |
| 0,125-0,25 | | Pasir Halus | 51,336 |
| 0,0625-0,125 | | Pasir Sangat Halus | 25,332 |
| < 0,0625 | Lanau | 8,937 | |



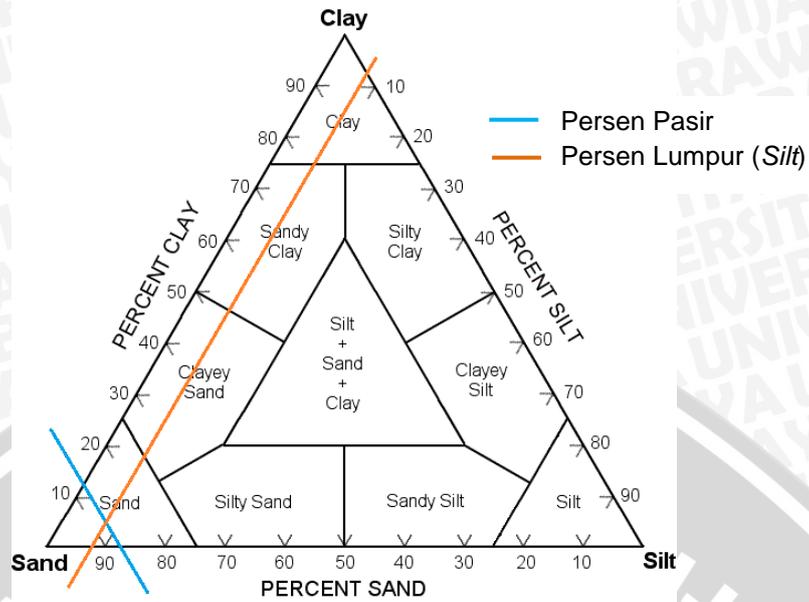
Berdasarkan Tabel 20, diperoleh jenis sedimen dominan pada Stasiun 7 adalah pasir halus (diameter 0,125-0,25 mm) dengan persentase sebesar 51,336% dan jenis sedimen dengan persentase terkecil adalah pasir sangat kasar (diameter 1-2 mm) dengan persentase sebesar 0,505%.

Dari hasil uji ayakan sedimen dapat dibuat grafik uji ayakan (*Sieve graph*) seperti pada Gambar 36. Grafik ini menggambarkan persentase sedimen yang lolos ayakan dengan ukuran butiran sedimen dalam satuan mm.



Gambar 36. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 7

Berdasarkan Gambar 36 diperoleh bahwa sedimen pada Stasiun 7 didominasi oleh butiran pasir, sehingga diameter butiran sedimen tersebut dapat lolos pada ayakan dengan ukuran lubang mesh yang besar dan tertahan di ayakan dengan ukuran lubang mesh yang lebih kecil. Grafik tersebut menggambarkan distribusi ukuran butiran sedimen dengan persentase lolos ayakan yang seragam, karena interval persentase lolos ayakan antara ukuran butiran sedimen yang kecil (berdekatan) dan cukup berjauhan persentasenya.



Gambar 37. Tekstur Sedimen Stasiun 7

Penentuan jenis sedimen dengan menggunakan segitiga Shepard diperoleh bahwa sampel sedimen Stasiun 7 mengandung 89% pasir (*sand*) dan 9% lumpur (*silt*). Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada Stasiun 7 sedimen bertekstur “pasir (*sand*)”.

Stasiun 8

Berdasarkan hasil pengukuran ukuran butiran sedimen Stasiun 8 dengan menggunakan ayakan ASTM dan penentuan klasifikasi sedimen dengan menggunakan skala Wentworth diperoleh hasil sebagai berikut (Tabel 21):

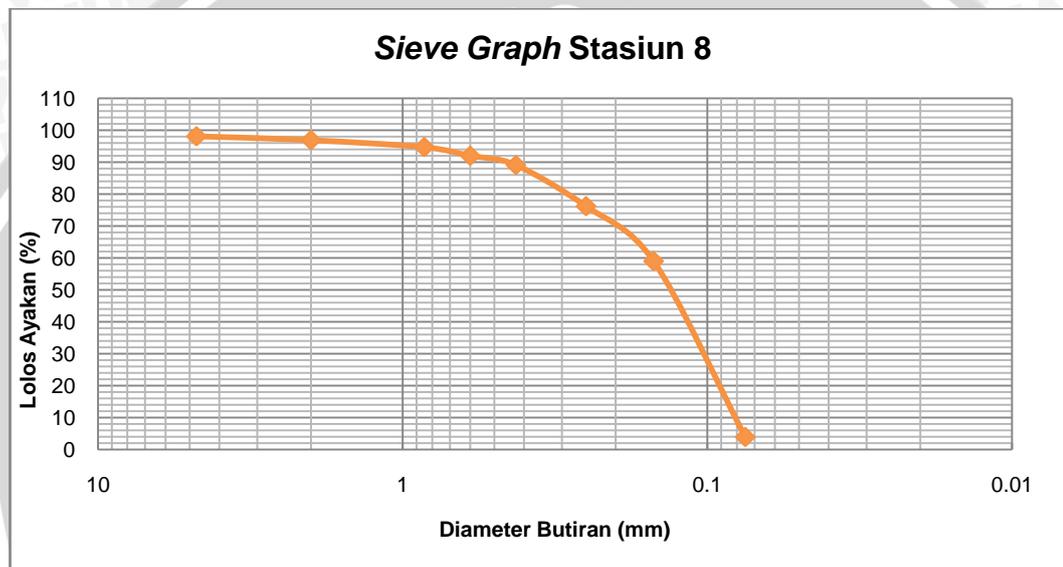
Tabel 21. Persentase Jenis Sedimen Stasiun 8

| Ukuran Butir (mm) | Jenis Sedimen | Persentase (%) | |
|-------------------|---------------|--------------------|--------|
| > 2 | Kerikil | 1,898 | |
| 1-2 | Pasir | Pasir Sangat Kasar | 1,277 |
| 0,5-1 | | Pasir Kasar | 4,846 |
| 0,25-0,5 | | Pasir Sedang | 2,916 |
| 0,125-0,25 | | Pasir Halus | 30,109 |
| 0,0625-0,125 | | Pasir Sangat Halus | 55,048 |
| < 0,0625 | Lanau | 3,906 | |



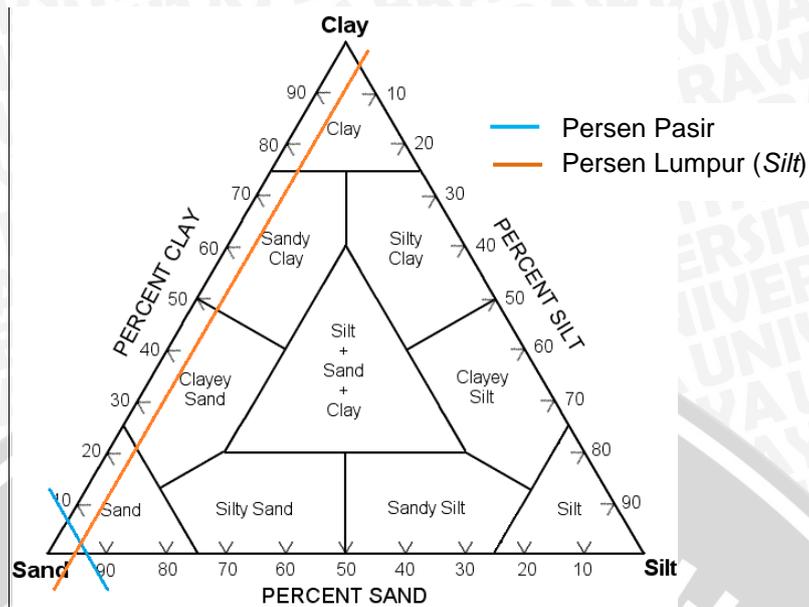
Berdasarkan Tabel 21, diperoleh jenis sedimen dominan pada Stasiun 8 adalah pasir sangat halus (diameter 0,0625-0,125 mm) dengan persentase sebesar 55,048% dan jenis sedimen dengan persentase terkecil adalah pasir sangat kasar (diameter 1-2 mm) dengan persentase sebesar 1,277%.

Dari hasil uji ayakan sedimen dapat dibuat grafik uji ayakan (*Sieve graph*) seperti pada Gambar 38. Grafik ini menggambarkan persentase sedimen yang lolos ayakan dengan ukuran butiran sedimen dalam satuan mm.



Gambar 38. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 8

Berdasarkan Gambar 38 diperoleh bahwa sedimen pada Stasiun 8 didominasi oleh butiran pasir, sehingga diameter butiran sedimen tersebut dapat lolos pada ayakan dengan ukuran lubang mesh yang besar dan tertahan di ayakan dengan ukuran lubang mesh yang lebih kecil. Grafik tersebut menggambarkan distribusi ukuran butiran sedimen dengan persentase lolos ayakan yang seragam, karena interval persentase lolos ayakan antara ukuran butiran sedimen yang kecil (berdekatan) atau cukup berjauhan persentasenya.



Gambar 39. Tekstur Sedimen Stasiun 8

Penentuan jenis sedimen dengan menggunakan segitiga Shepard diperoleh bahwa sampel sedimen Stasiun 8 mengandung 94% pasir (*sand*) dan 4% lumpur (*silt*). Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada Stasiun 8 sedimen bertekstur “pasir (*sand*)”.

Stasiun 9

Berdasarkan hasil pengukuran ukuran butiran sedimen Stasiun 9 dengan menggunakan ayakan ASTM dan penentuan klasifikasi sedimen dengan menggunakan skala Wentworth diperoleh hasil sebagai berikut (Tabel 22):

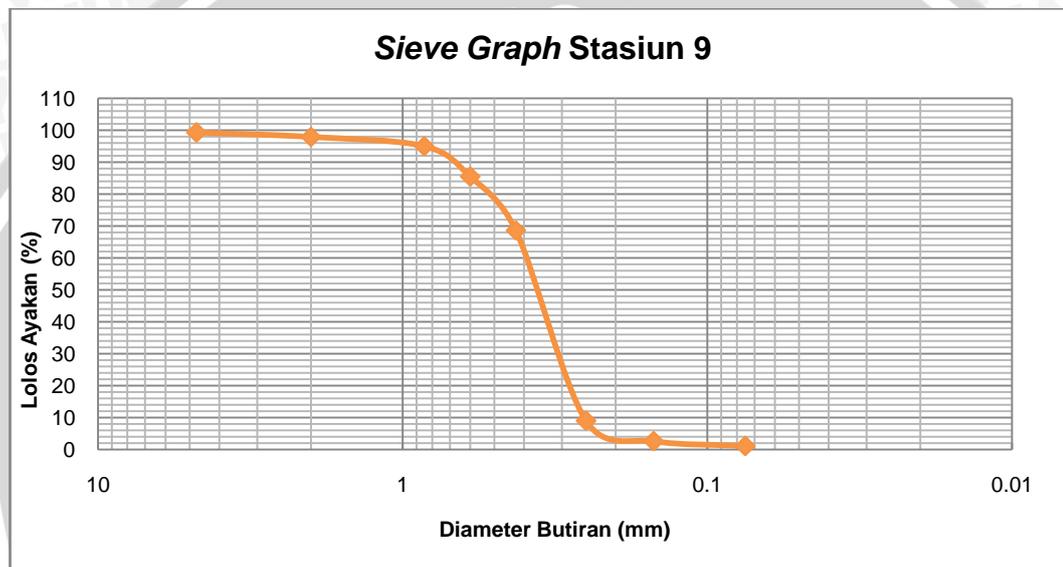
Tabel 22. Persentase Jenis Sedimen Stasiun 9

| Ukuran Butir (mm) | Jenis Sedimen | | Persentase (%) |
|-------------------|---------------|--------------------|----------------|
| > 2 | Kerikil | | 0,756 |
| 1-2 | Pasir | Pasir Sangat Kasar | 1,331 |
| 0,5-1 | | Pasir Kasar | 12,44 |
| 0,25-0,5 | | Pasir Sedang | 76,553 |
| 0,125-0,25 | | Pasir Halus | 6,382 |
| 0,0625-0,125 | | Pasir Sangat Halus | 1,519 |
| < 0,0625 | Lanau | | 1,019 |



Berdasarkan Tabel 22, diperoleh jenis sedimen dominan pada Stasiun 9 adalah pasir sedang (diameter 0,25-0,5 mm) dengan persentase sebesar 76,553% dan jenis sedimen dengan persentase terkecil adalah kerikil (diameter >2 mm) dengan persentase sebesar 0,756%.

Dari hasil uji ayakan sedimen dapat dibuat grafik uji ayakan (*Sieve graph*) seperti pada Gambar 40. Grafik ini menggambarkan persentase sedimen yang lolos ayakan dengan ukuran butiran sedimen dalam satuan mm.

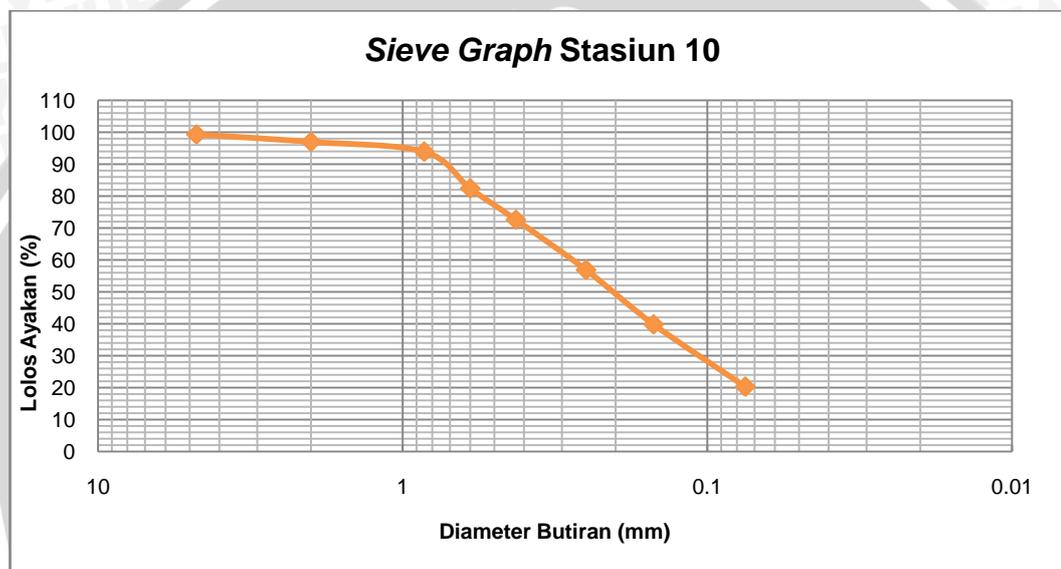


Gambar 40. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 9

Berdasarkan Gambar 40 diperoleh bahwa sedimen pada Stasiun 9 didominasi oleh butiran pasir, sehingga diameter butiran sedimen tersebut dapat lolos pada ayakan dengan ukuran lubang mesh yang besar dan tertahan di ayakan dengan ukuran lubang mesh yang lebih kecil. Grafik tersebut menggambarkan distribusi ukuran butiran sedimen dengan persentase lolos ayakan yang seragam, karena interval persentase lolos ayakan antara ukuran butiran sedimen yang kecil (berdekatan) atau cukup berjauhan persentasenya.

Berdasarkan Tabel 23, diperoleh jenis sedimen dominan pada Stasiun 10 adalah pasir halus (diameter 0,125-0,25 mm) dengan persentase sebesar 32,815% dan jenis sedimen dengan persentase terkecil adalah kerikil (diameter >2 mm) dengan persentase sebesar 0,731%.

Dari hasil uji ayakan sedimen dapat dibuat grafik uji ayakan (*Sieve graph*) seperti pada Gambar 42. Grafik ini menggambarkan persentase sedimen yang lolos ayakan dengan ukuran butiran sedimen dalam satuan mm.

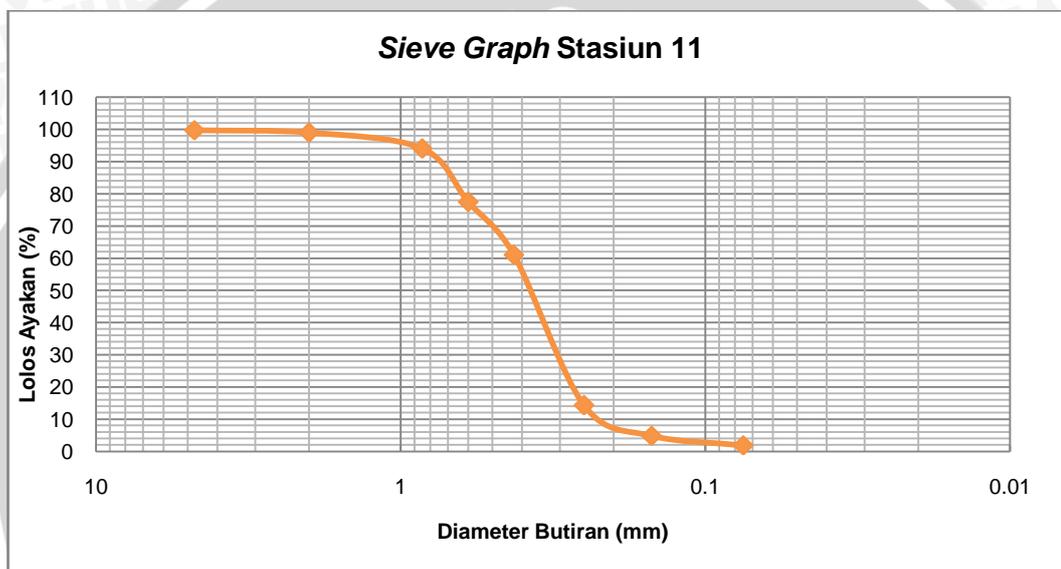


Gambar 42. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 10

Berdasarkan Gambar 42 diperoleh bahwa sedimen pada Stasiun 10 didominasi oleh butiran pasir, sehingga diameter butiran sedimen tersebut dapat lolos pada ayakan dengan ukuran lubang mesh yang besar dan tertahan di ayakan dengan ukuran lubang mesh yang lebih kecil. Grafik tersebut menggambarkan distribusi ukuran butiran sedimen dengan persentase lolos ayakan yang seragam, karena interval persentase lolos ayakan antara ukuran butiran sedimen yang kecil (berdekatan) atau cukup berjauhan persentasenya.

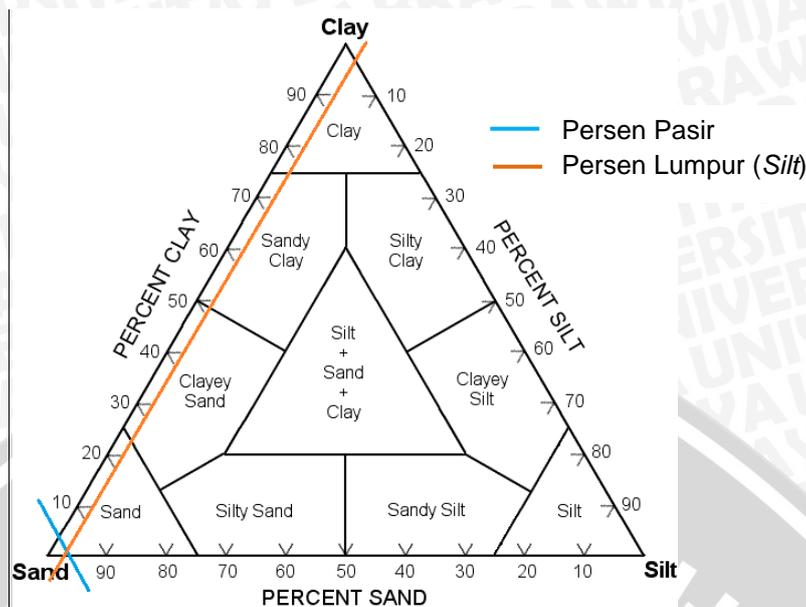
Berdasarkan Tabel 24, diperoleh jenis sedimen dominan pada Stasiun 11 adalah pasir sedang (diameter 0,25-0,5 mm) dengan persentase sebesar 63,148% dan jenis sedimen dengan persentase terkecil adalah kerikil (diameter >2 mm) dengan persentase sebesar 0,263%.

Dari hasil uji ayakan sedimen dapat dibuat grafik uji ayakan (*Sieve graph*) seperti pada Gambar 44. Grafik ini menggambarkan persentase sedimen yang lolos ayakan dengan ukuran butiran sedimen dalam satuan mm.



Gambar 44. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 11

Berdasarkan Gambar 44 diperoleh bahwa sedimen pada Stasiun 11 didominasi oleh butiran pasir, sehingga diameter butiran sedimen tersebut dapat lolos pada ayakan dengan ukuran lubang mesh yang besar dan tertahan di ayakan dengan ukuran lubang mesh yang lebih kecil. Grafik tersebut menggambarkan distribusi ukuran butiran sedimen dengan persentase lolos ayakan yang seragam, karena interval persentase lolos ayakan antara ukuran butiran sedimen yang kecil (berdekatan) atau cukup berjauhan persentasenya.



Gambar 45. Tekstur Sedimen Stasiun 11

Penentuan jenis sedimen dengan menggunakan segitiga Shepard diperoleh bahwa sampel sedimen Stasiun 11 mengandung 98% pasir (*sand*) dan 2% lumpur (*silt*). Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada Stasiun 11 sedimen bertekstur “pasir (*sand*)”.

Stasiun 12

Berdasarkan hasil pengukuran ukuran butiran sedimen Stasiun 12 dengan menggunakan ayakan ASTM dan penentuan klasifikasi sedimen dengan menggunakan skala Wentworth diperoleh hasil sebagai berikut (Tabel 25):

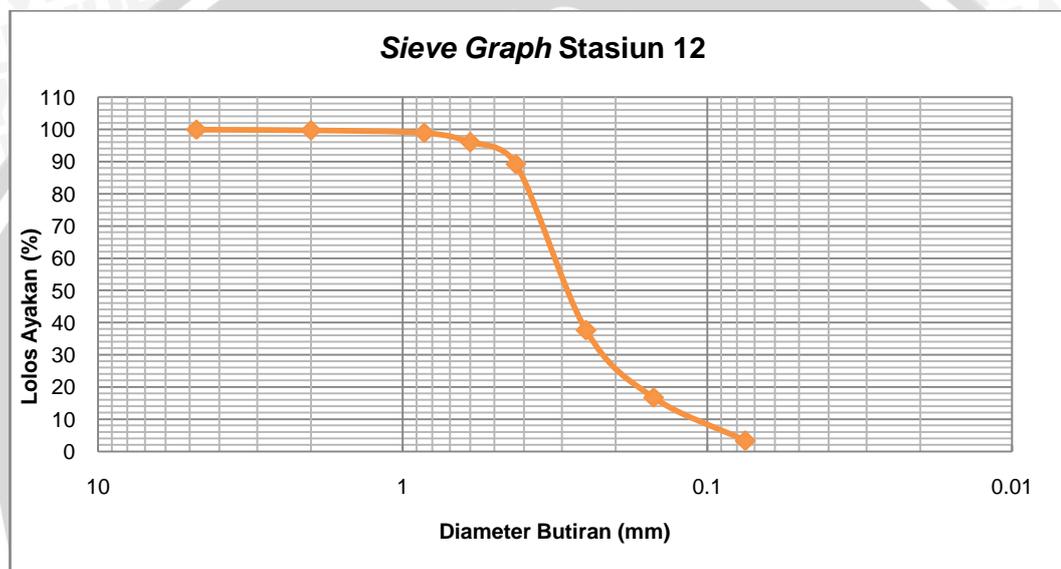
Tabel 25. Persentase Jenis Sedimen Stasiun 12

| Ukuran Butir (mm) | Jenis Sedimen | Persentase (%) | |
|-------------------|---------------|--------------------|--------|
| > 2 | Kerikil | 0,072 | |
| 1-2 | Pasir | Pasir Sangat Kasar | 0,236 |
| 0,5-1 | | Pasir Kasar | 3,668 |
| 0,25-0,5 | | Pasir Sedang | 6,801 |
| 0,125-0,25 | | Pasir Halus | 72,489 |
| 0,0625-0,125 | | Pasir Sangat Halus | 13,433 |
| < 0,0625 | Lanau | 3,301 | |



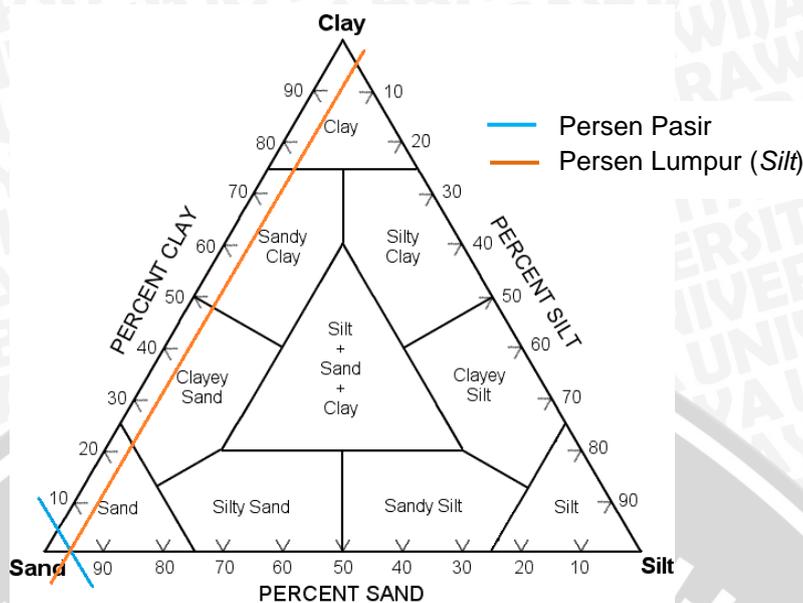
Berdasarkan Tabel 25, diperoleh jenis sedimen dominan pada Stasiun 12 adalah pasir halus (diameter 0,125-0,25 mm) dengan persentase sebesar 72,489% dan jenis sedimen dengan persentase terkecil adalah kerikil (diameter >2 mm) dengan persentase sebesar 0,072%.

Dari hasil uji ayakan sedimen dapat dibuat grafik uji ayakan (*Sieve graph*) seperti pada Gambar 46. Grafik ini menggambarkan persentase sedimen yang lolos ayakan dengan ukuran butiran sedimen dalam satuan mm.



Gambar 46. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 12

Berdasarkan Gambar 46 diperoleh bahwa sedimen pada Stasiun 12 didominasi oleh butiran pasir, sehingga diameter butiran sedimen tersebut dapat lolos pada ayakan dengan ukuran lubang mesh yang besar dan tertahan di ayakan dengan ukuran lubang mesh yang lebih kecil. Grafik tersebut menggambarkan distribusi ukuran butiran sedimen dengan persentase lolos ayakan yang seragam, karena interval persentase lolos ayakan antara ukuran butiran sedimen yang kecil (berdekatan) atau cukup berjauhan persentasenya.



Gambar 47. Tekstur Sedimen Stasiun 12

Penentuan jenis sedimen dengan menggunakan segitiga Shepard diperoleh bahwa sampel sedimen Stasiun 12 mengandung 97% pasir (*sand*) dan 3% lumpur (*silt*). Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada Stasiun 12 sedimen bertekstur “pasir (*sand*)”.

Stasiun 13

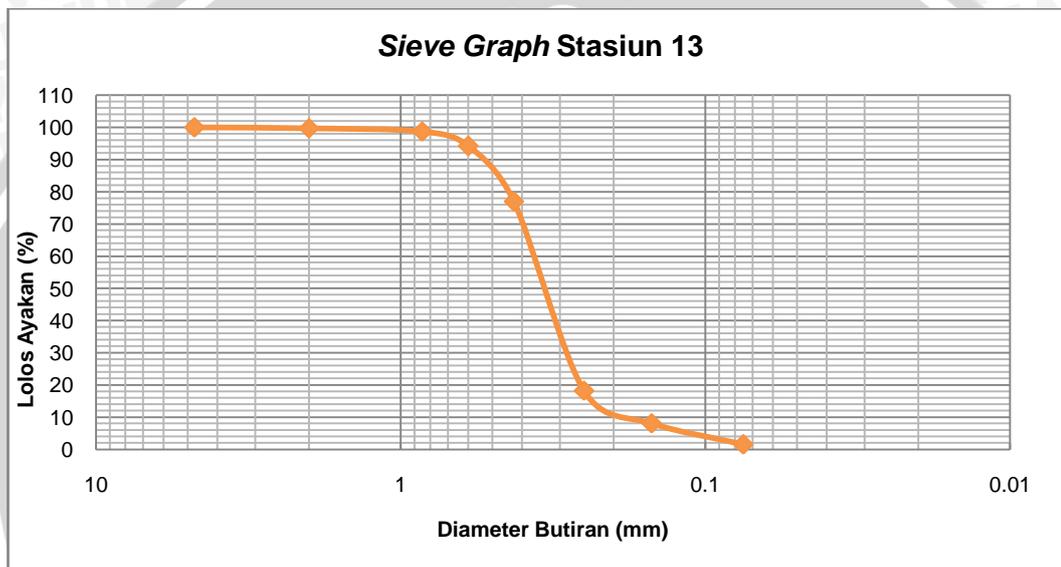
Berdasarkan hasil pengukuran ukuran butiran sedimen Stasiun 13 dengan menggunakan ayakan ASTM dan penentuan klasifikasi sedimen dengan menggunakan skala Wentworth diperoleh hasil sebagai berikut (Tabel 26):

Tabel 26. Persentase Jenis Sedimen Stasiun 13

| Ukuran Butir (mm) | Jenis Sedimen | Persentase (%) |
|-------------------|---------------|----------------|
| > 2 | Kerikil | 0,044 |
| 1-2 | Pasir | 0,269 |
| 0,5-1 | | 5,460 |
| 0,25-0,5 | | 76,022 |
| 0,125-0,25 | | 10,128 |
| 0,0625-0,125 | | 6,548 |
| < 0,0625 | Lanau | 1,529 |

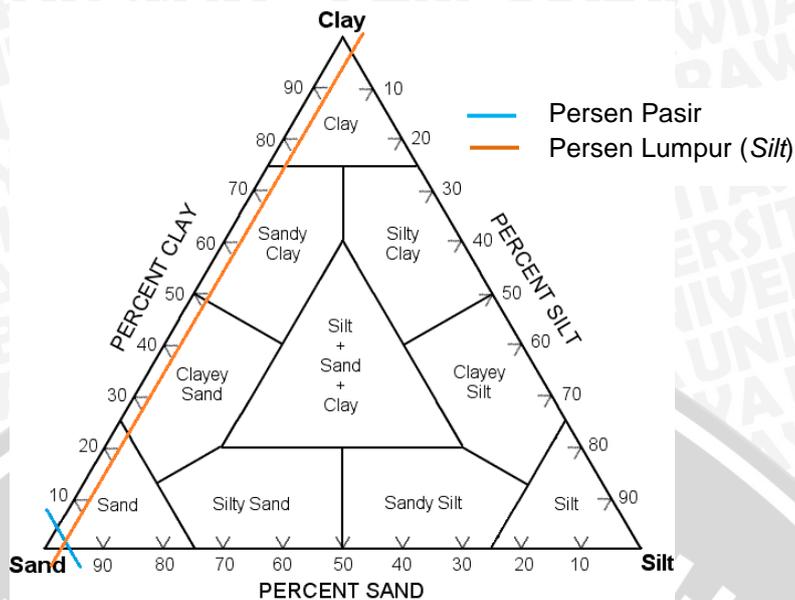
Berdasarkan Tabel 26, diperoleh jenis sedimen dominan pada Stasiun 13 adalah pasir sedang (diameter 0,25-0,5 mm) dengan persentase sebesar 76,022% dan jenis sedimen dengan persentase terkecil adalah kerikil (diameter >2 mm) dengan persentase sebesar 0,044%.

Dari hasil uji ayakan sedimen dapat dibuat grafik uji ayakan (*Sieve graph*) seperti pada Gambar 48. Grafik ini menggambarkan persentase sedimen yang lolos ayakan dengan ukuran butiran sedimen dalam satuan mm.



Gambar 48. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 13

Berdasarkan Gambar 48 diperoleh bahwa sedimen pada Stasiun 13 didominasi oleh butiran pasir, sehingga diameter butiran sedimen tersebut dapat lolos pada ayakan dengan ukuran lubang mesh yang besar dan tertahan di ayakan dengan ukuran lubang mesh yang lebih kecil. Grafik tersebut menggambarkan distribusi ukuran butiran sedimen dengan persentase lolos ayakan yang seragam, karena interval persentase lolos ayakan antara ukuran butiran sedimen yang kecil (berdekatan) atau cukup berjauhan persentasenya.



Gambar 49. Tekstur Sedimen Stasiun 13

Penentuan jenis sedimen dengan menggunakan segitiga Shepard diperoleh bahwa sampel sedimen Stasiun 13 mengandung 98% pasir (*sand*) dan 2% lumpur (*silt*). Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada Stasiun 13 sedimen bertekstur “pasir (*sand*)”.

Stasiun 14

Berdasarkan hasil pengukuran ukuran butiran sedimen Stasiun 14 dengan menggunakan ayakan ASTM dan penentuan klasifikasi sedimen dengan menggunakan skala Wentworth diperoleh hasil sebagai berikut (Tabel 27):

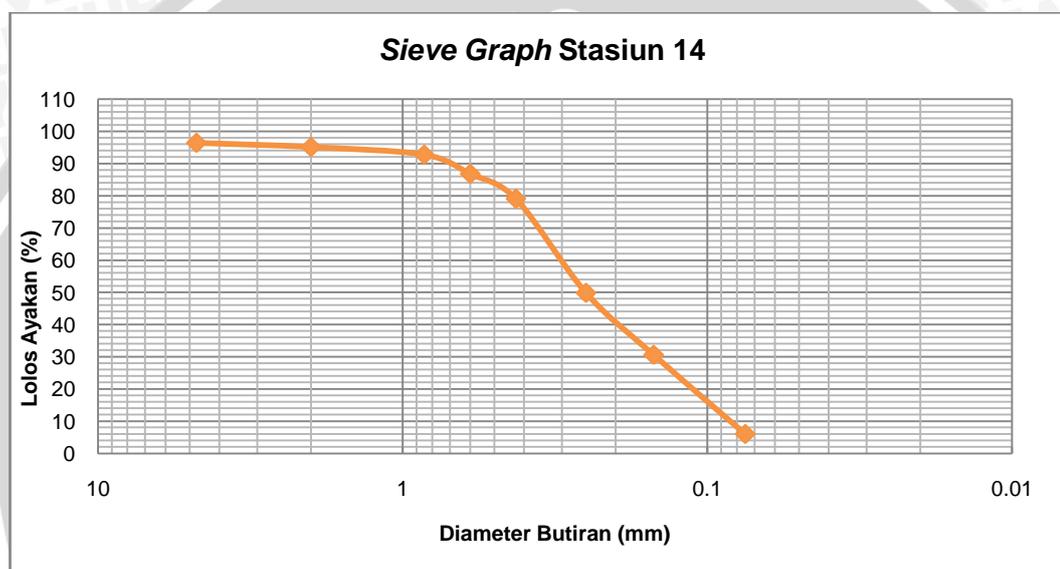
Tabel 27. Persentase Jenis Sedimen Stasiun 14

| Ukuran Butir (mm) | Jenis Sedimen | Persentase (%) |
|-------------------|---------------|---------------------------|
| > 2 | Kerikil | 3,579 |
| 1-2 | Pasir | Pasir Sangat Kasar 1,273 |
| 0,5-1 | | Pasir Kasar 8,9 |
| 0,25-0,5 | | Pasir Sedang 7,825 |
| 0,125-0,25 | | Pasir Halus 48,427 |
| 0,0625-0,125 | | Pasir Sangat Halus 24,575 |
| < 0,0625 | Lanau | 6,031 |



Berdasarkan Tabel 27, diperoleh jenis sedimen dominan pada Stasiun 14 adalah pasir halus (diameter 0,125-0,25 mm) dengan persentase sebesar 48,427% dan jenis sedimen dengan persentase terkecil adalah pasir sangat kasar (diameter 1-2 mm) dengan persentase sebesar 1,273%.

Dari hasil uji ayakan sedimen dapat dibuat grafik uji ayakan (*Sieve graph*) seperti pada Gambar 50. Grafik ini menggambarkan persentase sedimen yang lolos ayakan dengan ukuran butiran sedimen dalam satuan mm.

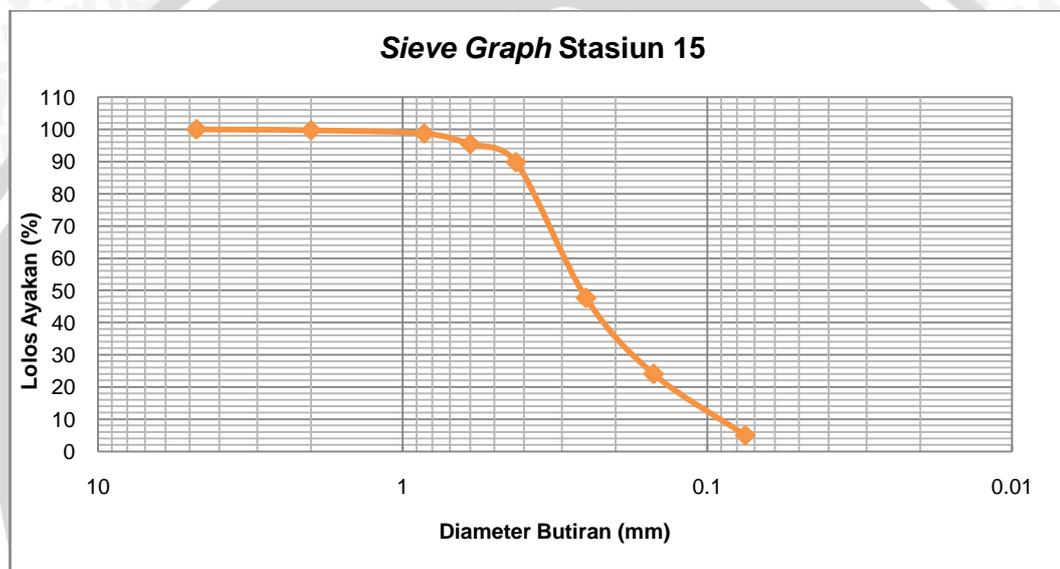


Gambar 50. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 14

Berdasarkan Gambar 50 diperoleh bahwa sedimen pada Stasiun 14 didominasi oleh butiran pasir, sehingga diameter butiran sedimen tersebut dapat lolos pada ayakan dengan ukuran lubang mesh yang besar dan tertahan di ayakan dengan ukuran lubang mesh yang lebih kecil. Grafik tersebut menggambarkan distribusi ukuran butiran sedimen dengan persentase lolos ayakan yang seragam, karena interval persentase lolos ayakan antara ukuran butiran sedimen yang kecil (berdekatan) atau cukup berjauhan persentasenya.

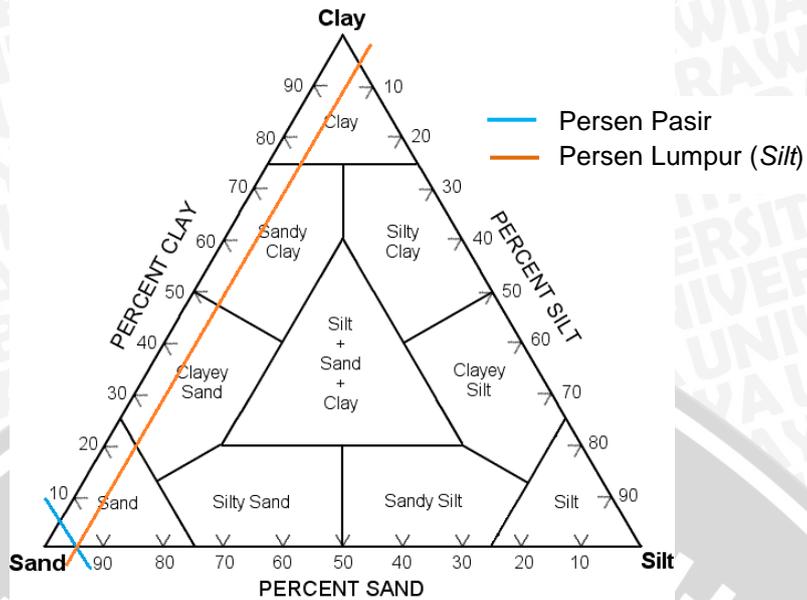
Berdasarkan Tabel 28, diperoleh jenis sedimen dominan pada Stasiun 15 adalah pasir halus (diameter 0,125-0,25 mm) dengan persentase sebesar 65,804% dan jenis sedimen dengan persentase terkecil adalah kerikil (diameter >2 mm) dengan persentase sebesar 0,052%.

Dari hasil uji ayakan sedimen dapat dibuat grafik uji ayakan (*Sieve graph*) seperti pada Gambar 52. Grafik ini menggambarkan persentase sedimen yang lolos ayakan dengan ukuran butiran sedimen dalam satuan mm.



Gambar 52. Grafik Uji Ayakan Sedimen Stasiun 15

Berdasarkan Gambar 52 diperoleh bahwa sedimen pada Stasiun 15 didominasi oleh butiran pasir, sehingga diameter butiran sedimen tersebut dapat lolos pada ayakan dengan ukuran lubang mesh yang besar dan tertahan di ayakan dengan ukuran lubang mesh yang lebih kecil. Grafik tersebut menggambarkan distribusi ukuran butiran sedimen dengan persentase lolos ayakan yang seragam, karena interval persentase lolos ayakan antara ukuran butiran sedimen yang kecil (berdekatan) atau cukup berjauhan persentasenya.

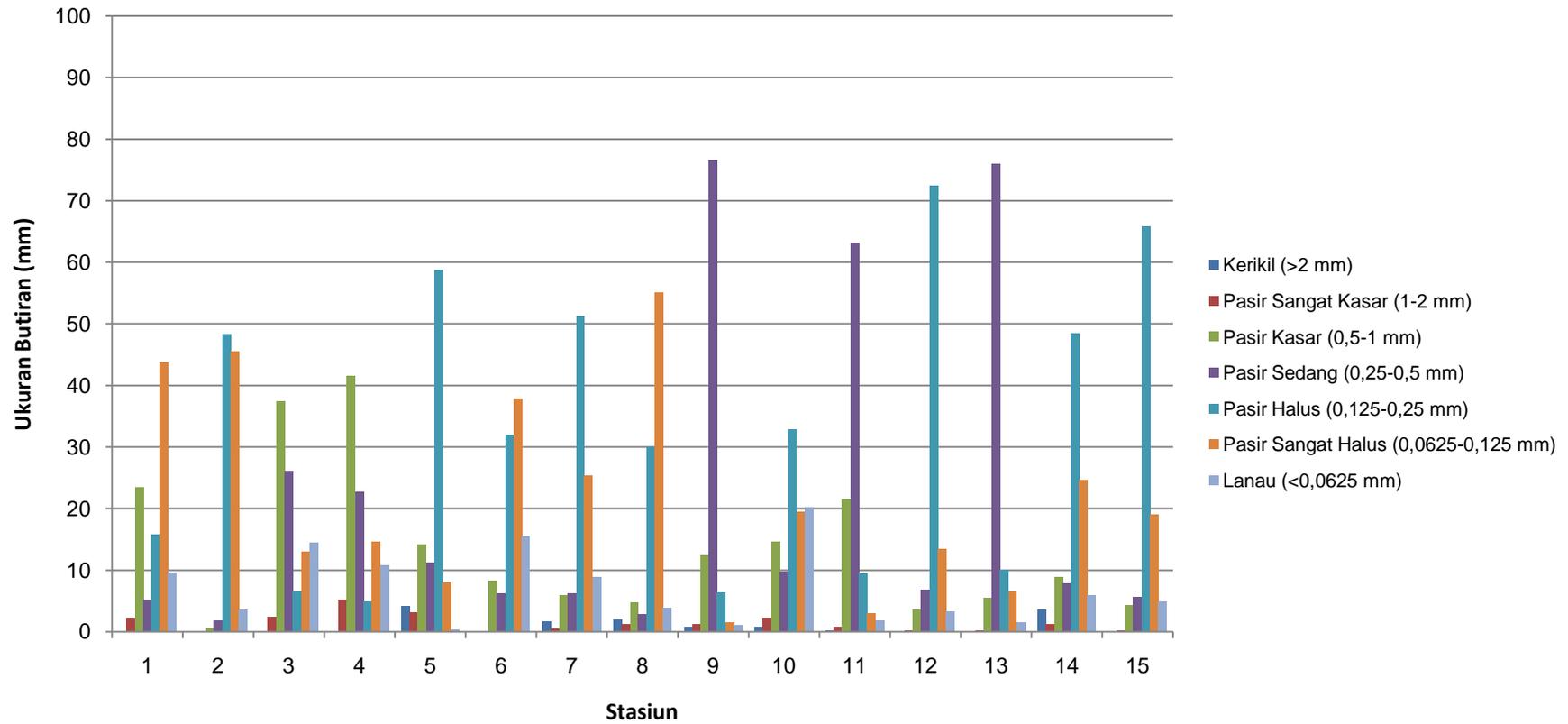


Gambar 53. Tekstur Sedimen Stasiun 15

Penentuan jenis sedimen dengan menggunakan segitiga Shepard diperoleh bahwa sampel sedimen Stasiun 15 mengandung 95% pasir (*sand*) dan 5% lumpur (*silt*). Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada Stasiun 15 sedimen bertekstur “pasir (*sand*)”.

Berdasarkan hasil pengolahan data sampel sedimen di semua stasiun diperoleh jenis sedimen di semua stasiun yang akan ditampilkan pada Gambar 54.

Persentase Ukuran Butiran Sedimen



Gambar 54. Persentase Ukuran Butiran Sedimen Semua Stasiun

Penentuan jenis sedimen dengan menggunakan Segitiga Shepard diperoleh jenis sedimen dominan di Teluk Popoh adalah pasir sebesar 79,039-98,427% dengan spesifikasi jenis sedimen hasil dari perhitungan diameter rata-rata ukuran butir (Lampiran 3) adalah pasir sedang.

4.1.3 Analisa Granulometri

Parameter statistik sedimen terdiri dari *Mean*, *Sortasi*, *Skewness* dan *Kurtosis*. Sebelum menghitung parameter statistik perlu mencari nilai phi dari grafik distribusi sedimen. Hasil penentuan nilai phi untuk semua stasiun penelitian adalah sebagai berikut:

Tabel 29. Nilai phi

| Stasiun | Phi | | | | | | |
|---------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | ϕ 5 | ϕ 16 | ϕ 25 | ϕ 50 | ϕ 75 | ϕ 84 | ϕ 95 |
| 1 | 3,9 | 3,5 | 3,3 | 2,8 | 0,7 | 0,2 | -0,5 |
| 2 | 3,7 | 3,4 | 3,2 | 2,7 | 1,9 | 1,6 | 1,3 |
| 3 | 4,3 | 3,6 | 2,9 | 1,2 | 0,4 | 0 | -0,7 |
| 4 | 4,1 | 3,3 | 2,7 | 0,9 | 0,1 | -0,3 | -0,9 |
| 5 | 3 | 2,1 | 1,9 | 1,5 | 0,9 | 0,5 | -1 |
| 6 | 4,2 | 3,7 | 3,5 | 2,8 | 1,7 | 1,2 | 0,6 |
| 7 | 4 | 3,4 | 3,1 | 2,1 | 1,5 | 1,3 | 0,2 |
| 8 | 3,7 | 3,5 | 3,3 | 2,9 | 2 | 1,5 | 0,2 |
| 9 | 2,1 | 1,9 | 1,7 | 1,5 | 1,1 | 0,7 | 0,2 |
| 10 | 4,4 | 3,9 | 3,5 | 2,3 | 1,1 | 0,7 | 0,2 |
| 11 | 2,7 | 2 | 1,8 | 1,4 | 0,8 | 0,6 | 0,2 |
| 12 | 3,5 | 2,7 | 2,3 | 1,8 | 1,5 | 1,3 | 0,7 |
| 13 | 3 | 2 | 1,9 | 1,6 | 1,3 | 1,1 | 0,6 |
| 14 | 3,7 | 3,3 | 2,9 | 2 | 1,3 | 1 | -0,2 |
| 15 | 3,7 | 3,1 | 2,7 | 1,9 | 1,5 | 1,4 | 0,7 |

Dari hasil perhitungan nilai phi pada Tabel 29, dapat dihitung masing-masing parameter statistik sedimen (Lampiran 2). Hasil perhitungan statistik sedimen disajikan pada Tabel 30.

Tabel 30. Nilai dan Klasifikasi Parameter Statistik Sedimen

| Stasiun | Statistik Sedimen | | | | | | | |
|---------|-------------------|--------------|------------------------|-------------|---------------------|--------------|--------------------|--------------------|
| | Mean (Mz) | | Sortasi (σ_1) | | Skewness (Sk_1) | | Kurtosis (K_G) | |
| | Nilai | Klasifikasi | Nilai | Klasifikasi | Nilai | Klasifikasi | Nilai | Klasifikasi |
| 1 | 2,167 | Pasir halus | -1,492 | Sangat baik | 0,538 | Sangat halus | 0,694 | Platikurtik |
| 2 | 2,567 | Pasir halus | -0,814 | Sangat baik | 0,194 | Halus | 0,757 | Platikurtik |
| 3 | 1,600 | Pasir sedang | -1,658 | Sangat baik | -0,26 | Kasar | 0,82 | Platikurtik |
| 4 | 1,300 | Pasir sedang | -1,658 | Sangat baik | -0,307 | Sangat kasar | 0,788 | Platikurtik |
| 5 | 1,367 | Pasir sedang | -1,006 | Sangat baik | 0,25 | Halus | 1,821 | Sangat leptokurtik |
| 6 | 2,567 | Pasir halus | -1,17 | Sangat baik | 0,251 | Halus | 0,82 | Platikurtik |
| 7 | 2,267 | Pasir halus | -1,101 | Sangat baik | -0,119 | Simetris | 0,973 | Mesokurtik |
| 8 | 2,633 | Pasir halus | -1,03 | Sangat baik | 0,471 | Sangat halus | 1,103 | Mesokurtik |
| 9 | 1,367 | Pasir sedang | -0,588 | Sangat baik | 0,351 | Sangat halus | 1,298 | Leptokurtik |
| 10 | 2,3 | Pasir halus | -1,436 | Sangat baik | 0 | Simetris | 0,717 | Platikurtik |
| 11 | 1,333 | Pasir sedang | -0,729 | Sangat baik | 0,051 | Simetris | 1,025 | Mesokurtik |
| 12 | 1,933 | Pasir sedang | -0,774 | Sangat baik | -0,25 | Kasar | 1,434 | Leptokurtik |
| 13 | 1,567 | Pasir sedang | -0,589 | Sangat baik | -0,027 | Simetris | 1,639 | Sangat leptokurtik |
| 14 | 2,1 | Pasir halus | -1,166 | Sangat baik | -0,001 | Simetris | 0,999 | Mesokurtik |
| 15 | 2,133 | Pasir halus | -0,88 | Sangat baik | -0,306 | Sangat kasar | 1,025 | Mesokurtik |

Secara umum berdasarkan hasil perhitungan dan klasifikasi parameter statistik sedimen diperoleh bahwa nilai rata-rata fraksi sedimen di lokasi penelitian berkisar 1,3 – 2,633 (dalam phi unit) yaitu berada pada kategori pasir sedang hingga pasir halus. Nilai pemilahan (sortasi) berkisar -1,658 – (-0,588) (dalam phi unit) yaitu berada pada kategori tersortir sangat baik dan nilai kepengengan (skewness) berkisar -0,541 – 0,021 (dalam phi unit) dengan rata-rata -0,295 (dalam phi unit) yaitu kurva distribusi dominan condong ke arah

partikel kasar. Sedangkan nilai kurtosis berkisar 0,694 – 1,821 (dalam phi unit) dengan rata-rata 1,061 (dalam phi unit) yaitu bentuk kurva distribusi dominan mesokurtik (normal).

4.1.4 Arus

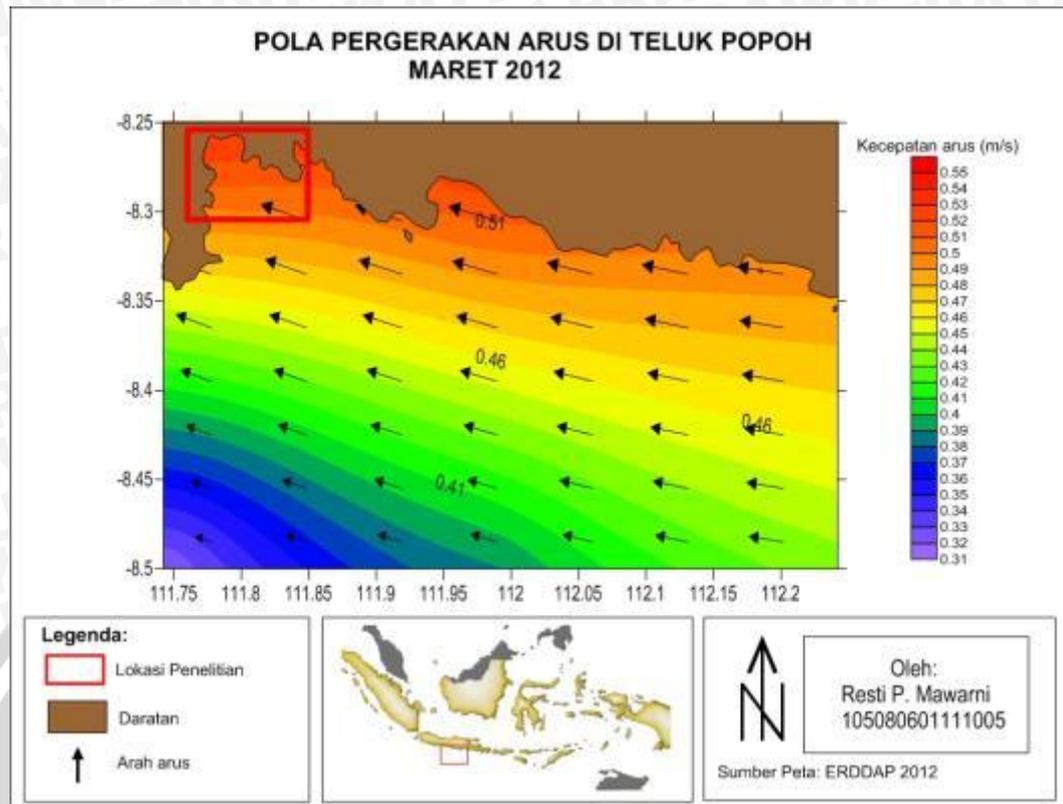
Data arus meliputi data hasil pengukuran di lapang (*insitu*) dan data sekunder. Hasil pengukuran di lapang meliputi kecepatan arus, sedangkan data sekunder meliputi arah pergerakan arus. Hasil pengukuran arus secara insitu hanya diperoleh 6 data kecepatan arus. Hal ini disebabkan lokasi pengukuran kecepatan arus yang berada di dekat pantai dan muara sungai memiliki kecepatan yang kecil dan perairan yang dangkal sehingga tidak dapat dilakukan pengukuran dengan menggunakan *current meter*. Hasil pengukuran arus secara *insitu* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 31. Data Pengukuran Kecepatan Arus (*Insitu*)

| Stasiun | Pengulangan | Waktu | Kecepatan Arus (m/s) | Rata-rata Kecepatan Arus (m/s) |
|---------|-------------|-------|----------------------|--------------------------------|
| 1 | I | 11.30 | 1,4 | 1,4 |
| | II | 11.33 | 1,2 | |
| | III | 11.36 | 1,6 | |
| 2 | I | 12.51 | 2,2 | 2,07 |
| | II | 12.54 | 1,9 | |
| | III | 12.57 | 2,1 | |
| 3 | I | 13.36 | 3,3 | 2,53 |
| | II | 13.39 | 2,1 | |
| | III | 13.42 | 2,2 | |
| 4 | I | 13.56 | 1,7 | 1,93 |
| | II | 13.59 | 2,1 | |
| | III | 14.02 | 2,0 | |
| 5 | I | 14.09 | 1,5 | 1 |
| | II | 14.12 | 0,6 | |
| | III | 14.15 | 0,9 | |
| 6 | I | 14.20 | 0,5 | 0,43 |
| | II | 14.23 | 0,4 | |
| | III | 14.26 | 0,4 | |

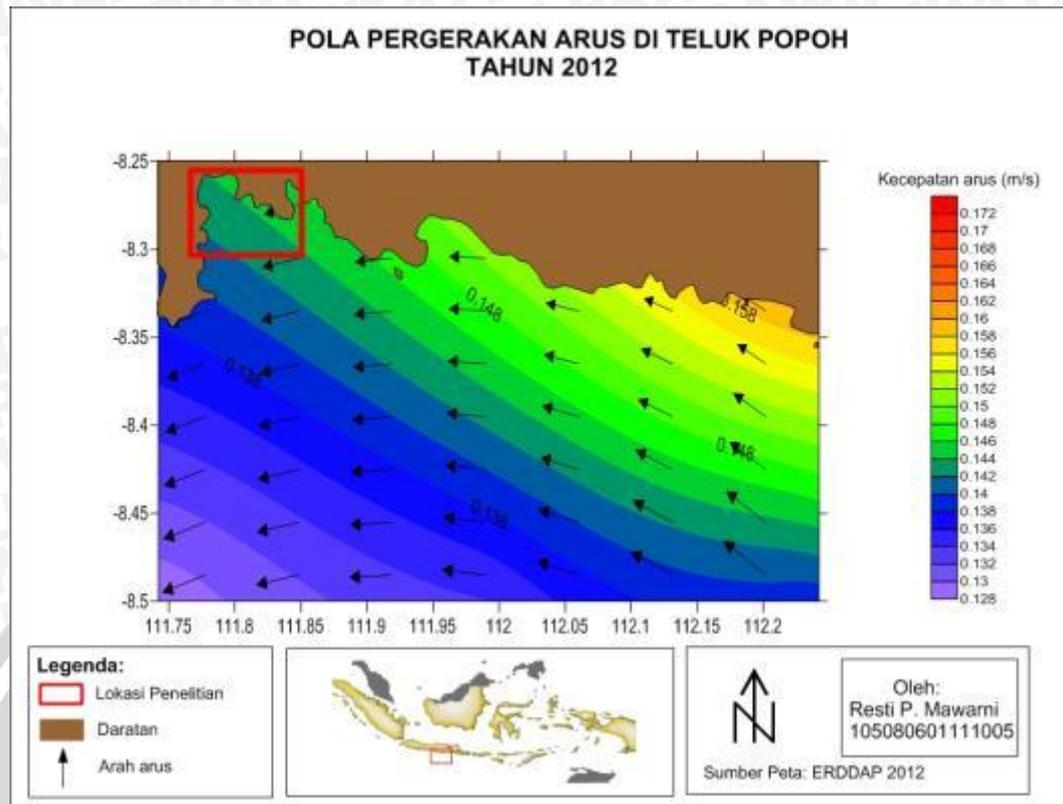
Rata-rata kecepatan arus pada Stasiun 1 yaitu sebesar 1,4 m/s dimana lokasi pengambilannya di tengah laut dan jauh dari aktifitas pesisir sehingga kecepatannya kecil. Pada Stasiun 2 rata-rata kecepatan arusnya sebesar 2,07 m/s dengan lokasi pengambilan dekat dengan muara sungai sehingga kecepatan arusnya cukup besar. Pada Stasiun 3 rata-rata kecepatan arusnya sebesar 2,53 m/s dengan lokasi pengambilan yang terkena pengaruh dari Samudera Hindia sehingga kecepatannya paling besar dibandingkan semua stasiun pengambilan data. Pada Stasiun 4 rata-rata kecepatan arusnya sebesar 1,93 m/s dengan lokasi pengambilan di dekat PPI Popoh. Pada Stasiun 5, rata-rata kecepatan arusnya sebesar 1 m/s dengan lokasi pengambilan di Pantai Popoh. Sedangkan pada Stasiun 6 lokasi pengambilan di dekat PPI sehingga rata-rata kecepatan arusnya kecil yaitu sebesar 0,43 m/s.

Selain pengukuran secara insitu, dilakukan juga pengambilan data arus sekunder dengan pengolahan data ERDDAP dengan menggunakan *software* Surfer 10. Pengolahan data ini meliputi data kecepatan dan arah pergerakan arus. Peta pola pergerakan arus selama bulan Maret 2012 dapat dilihat pada Gambar 55.



Gambar 55. Pola Pergerakan Arus Bulan Maret 2012

Berdasarkan Gambar 55, pergerakan arus pada bulan Maret 2012 bergerak dari timur ke arah barat. Pergerakan arus permukaan dipengaruhi oleh pergerakan angin, dimana pada bulan Maret merupakan musim peralihan namun masih terdapat pengaruh dari musim barat (curah hujan tinggi). Selain itu, kecepatan arus di dekat pantai lebih besar (0,53-0,55 m/s) dibandingkan dengan laut lepas. Hal ini dipengaruhi oleh adanya muara sungai dan juga PLTA yang terletak di Pantai Sidem. Selain pola pergerakan arus pada bulan Maret 2012 (waktu penelitian), diolah juga data arus selama tahun 2012 untuk memperoleh arah pergerakan arus dominan selama tahun 2012. Peta pola pergerakan arus selama tahun 2012 di perairan Popoh dapat dilihat pada Gambar 56.



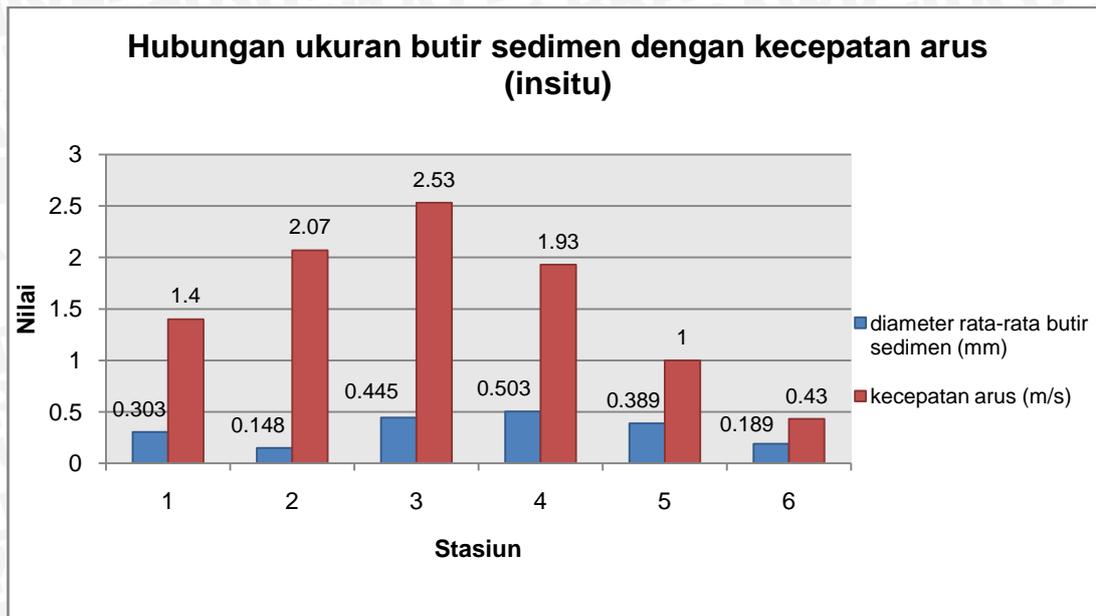
Gambar 56. Pola Pergerakan Arus Tahun 2012

Berdasarkan Gambar 56 diperoleh bahwa arah arus dominan selama tahun 2012 adalah bergerak dari timur ke arah barat.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Hubungan Ukuran Butiran Sedimen dengan Kecepatan Arus

Dalam sub-bab ini dijelaskan hubungan ukuran butir sedimen dengan kecepatan arus. Dimana, ukuran butir sedimen tiap stasiun dicari diameter rata-ratanya lalu dihubungkan dengan rata-rata kecepatan arus. Hubungan keduanya dapat dilihat pada grafik batang berikut (Gambar 57):



Gambar 57. Hubungan Ukuran Butiran Sedimen dengan Kecepatan Arus

Berdasarkan Gambar 57, pada Stasiun 2, Stasiun 3 dan Stasiun 4 diperoleh kecepatan arus yang besar dengan diameter rata-rata butiran yang besar dibandingkan stasiun lainnya. Hal ini membuktikan bahwa semakin besar kecepatan arus semakin besar juga ukuran butiran sedimen yang dibawa. Walaupun pada Stasiun 2 memiliki diameter rata-rata butiran sedimen yang kecil (0,148 mm) karena terletak dekat dengan muara sungai sehingga butiran sedimen berupa butiran halus dan memiliki kecepatan arus yang cukup besar.

4.2.2 Hubungan Analisis Granulometri dengan Kecepatan Arus

4.2.2-1 Hubungan Sortasi dengan Kecepatan Arus

Secara umum, berdasarkan hasil perhitungan dan klasifikasi analisis granulometri (Tabel 30) diperoleh bahwa nilai sortasi berada pada kategori tersortir sangat baik, sehingga butiran sedimen yang terdistribusi makin seragam (ukuran butiran sedimen yang sama). Hal tersebut menunjukkan bahwa kondisi arus di lingkungan pengendapan stabil sehingga mampu mensortir sedimen

dengan ukuran butiran yang relatif sama. Hal ini juga dijelaskan oleh Rifardi (2008) dalam Putra, et al (2012) yang menyatakan bahwa sortasi mengindikasikan tingkat kestabilan kondisi oseanografi di lingkungan pengendapan.

4.2.2-2 Hubungan Skewness dengan Kecepatan Arus

Secara umum, berdasarkan hasil perhitungan dan klasifikasi analisis granulometri (Tabel 30) diperoleh bahwa nilai skewness termasuk kategori *negatively skewness* atau kurva distribusi condong ke arah partikel kasar. Hal ini menunjukkan bahwa di lokasi penelitian dipengaruhi oleh pengaruh arus yang tinggi sehingga mampu mendistribusikan sedimen dengan ukuran butiran yang besar. Menurut Duane (1964) dalam Mukminin (2008), menjelaskan bahwa *negatively skewness* disebabkan oleh kelebihan material-material kasar dari distribusi normal dan diduga dihasilkan oleh lingkungan yang menjadi sasaran aktifitas gelombang dan arus.

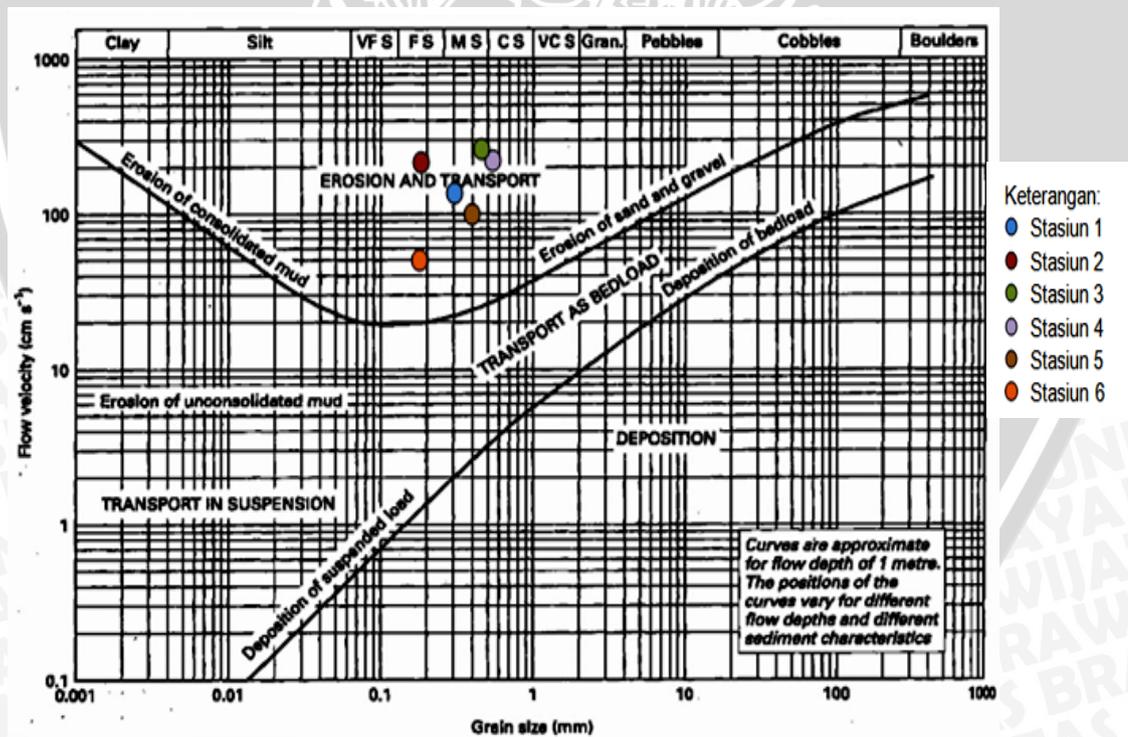
4.2.2-3 Hubungan Kurtosis dengan Kecepatan Arus

Secara umum, berdasarkan hasil perhitungan dan klasifikasi analisis granulometri (Tabel 30) diperoleh bahwa bentuk kurva distribusi sedimen dominan mesokurtik. Hal ini menunjukkan bahwa penyebaran sedimen mencakup interval ukuran butiran sedimen yang sedang (tidak terlalu sempit dan tidak terlalu luas). Sehingga dapat menunjukkan arus yang mendistribusi butiran sedimen bersifat stabil. Menurut Friedman dan Sander (1978), bentuk kurva kurtosis berhubungan dengan penyebaran sedimen, dimana jika bentuk kurva distribusi sedimen leptokurtik menjelaskan bahwa sedimen tersortir dengan baik (*well sorted*). Bentuk kurva leptokurtik mencakup interval ukuran butiran sedimen

yang sempit, sehingga sedimen memiliki ukuran butiran yang relatif sama. Sebaliknya, jika bentuk kurva distribusi sedimen platikurtik menjelaskan bahwa sedimen kurang tersortir (*poorly sorted*). Bentuk kurva platikurtik mencakup interval ukuran butiran sedimen yang luas, sehingga sedimen memiliki ukuran butiran yang beragam.

4.3 Kurva Hjulstrom

Hubungan antara kecepatan arus dan diameter butiran sedimen dapat digambarkan dengan menggunakan kurva Hjulstrom. Dimana kurva bagian atas (erosion) mewakili kecepatan erosi dan kurva bagian bawah (deposition) mewakili kecepatan pengendapan. Sedangkan diantara kurva erosi dan kurva deposisi terdapat kurva transport yang menunjukkan butiran sedimen tidak mengalami erosi maupun sedimentasi melainkan tetap tertransportasi.

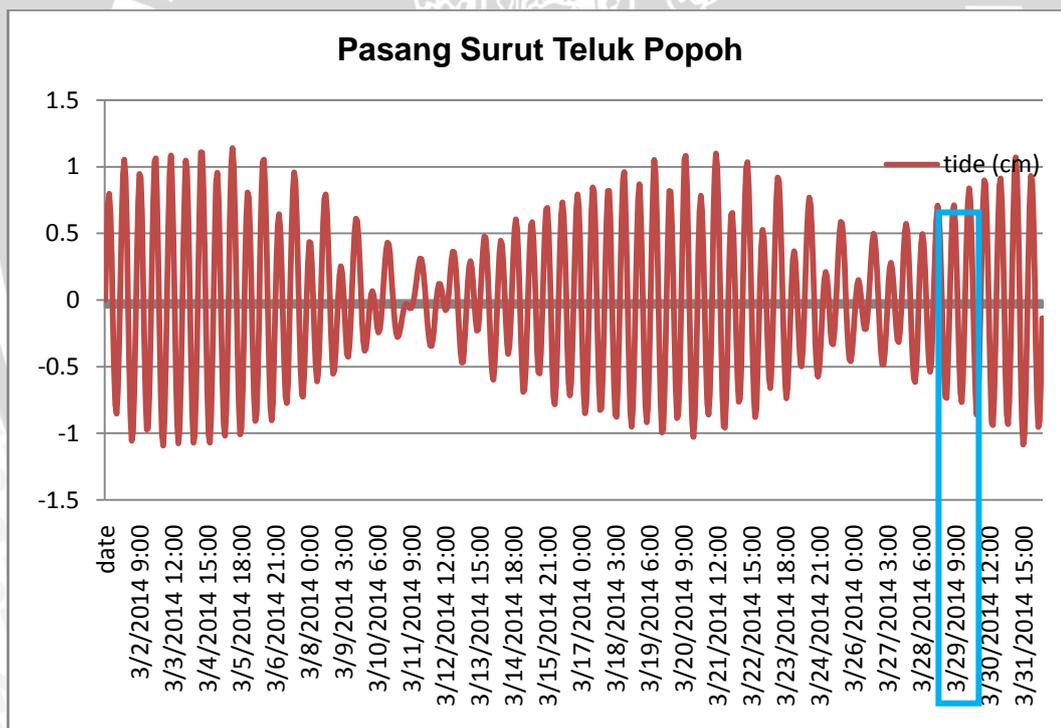


Gambar 58. Kurva Hjulstrom

Pada kurva Hjulstrom dapat dilihat bahwa butiran sedimen berkisar dari pasir sedang (*medium sand*) hingga pasir halus (*fine sand*). Hubungan antara butiran sedimen dan kecepatan arus di lokasi penelitian menunjukkan butiran sedimen mengalami proses erosi. Hal ini disebabkan oleh butiran sedimen yang selalu bergerak karena energi dan kecepatan arus yang tinggi.

4.4 Pasang Surut

Data pasang surut diperlukan untuk mengetahui kondisi perairan pada saat pengambilan sampel sedimen dan pengukuran arus. Berikut hasil prediksi pasang surut dengan menggunakan TMD (*Tide Model Driver*).



Gambar 59. Grafik Pasang Surut Teluk Popoh Bulan Maret 2014

Dari prediksi pasang surut menggunakan TMD diperoleh komponen-komponen pasang surut sebagai berikut:

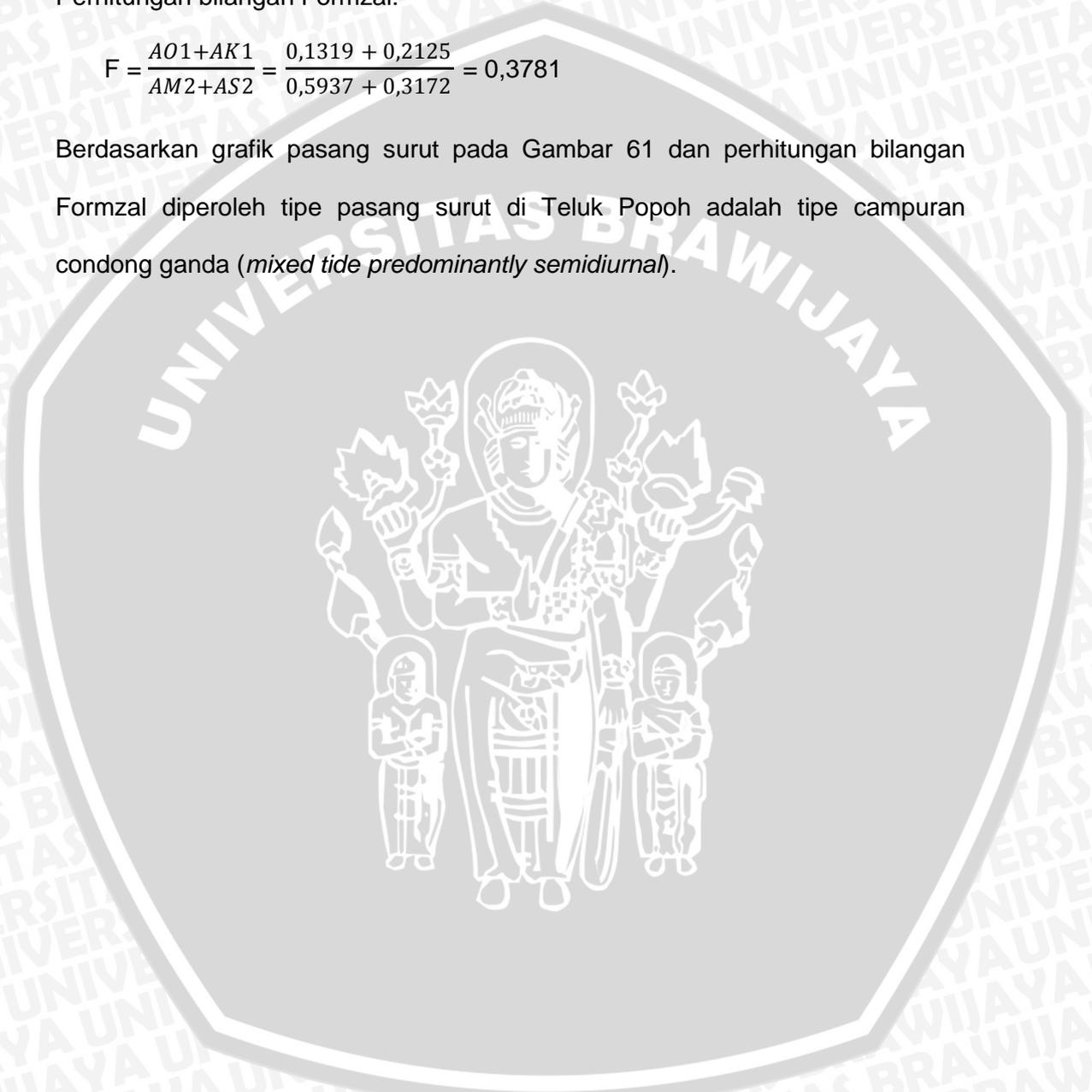
Tabel 32. Komponen-Komponen Pasang Surut

| M2 | S2 | K1 | O1 | N2 | P1 | K2 | Q1 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,5937 | 0,3172 | 0,2125 | 0,1319 | 0,1114 | 0,0652 | 0,0929 | 0,0281 |

Perhitungan bilangan Formzal:

$$F = \frac{AO1+AK1}{AM2+AS2} = \frac{0,1319 + 0,2125}{0,5937 + 0,3172} = 0,3781$$

Berdasarkan grafik pasang surut pada Gambar 61 dan perhitungan bilangan Formzal diperoleh tipe pasang surut di Teluk Popoh adalah tipe campuran condong ganda (*mixed tide predominantly semidiurnal*).



5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian di Teluk Popoh, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penentuan jenis sedimen berdasarkan skala Wentworth dan segitiga Shepard (1954) diperoleh jenis sedimen dominan di Teluk Popoh adalah pasir (sand) dengan persentase sebesar 79-98%, dengan spesifikasi jenis pasir sedang (*medium sand*).
2. Pengukuran kecepatan arus secara insitu dengan menggunakan current meter diperoleh kecepatan arus rata-rata di lokasi penelitian sebesar 1,56 m/s. Sedangkan arah arus yang diperoleh dari pengolahan data ERDDAP menunjukkan pergerakan arus selama bulan Maret 2012 dan pergerakan arus selama tahun 2012 bergerak ke arah barat.
3. Hubungan antara ukuran butiran sedimen dengan kecepatan arus menunjukkan bahwa semakin besar kecepatan arus makin besar pula ukuran butiran sedimen yang dibawa.

5.2 Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut yang berkaitan dengan distribusi sedimen seperti distribusi ukuran butiran sedimen yang dipengaruhi oleh gelombang dan angin serta pengukuran kedalaman serta batimetri perairan Teluk Popoh.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, Azhar Kholik dan Heron Surbakti. 2012. **Distribusi Sedimen Dasar di Pesisir Banyuasin Sumatera Selatan**. Maspari Journal 2012 4(1): 33-39.
- Alden, Andrew. 2013. **Shepard's Classification of Sediments-Shepard Sediment Classification Diagram**.<http://geology.about.com>. Diakses tanggal 28 Januari 2014.
- Blott, Simon J. dan Kenneth Pye.2001. **Gradistat: A Grain Size Distribution and Statistics Package for The Analysis of Unconsolidated Sediments**. Earth Surface Processes and Landforms 26,1237-1248.
- Dean, Robert G. dan Robert A. Dalrymple. 2002. **Coastal Processes with Engineering Applications**. Cambridge University Press: United Kingdom.
- Distantina, Sperisa. 2008. **Panduan Penanganan Bahan Padat. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik** . Universitas Negeri Surabaya.
- Duxbury, A.B. dan A.C. Duxbury. 1993. **Fundamental of Oceanography**. Wm. C. Brown Publ. Washington.
- Folk, R.L dan Ward W.C. 1957. **Brazos River Bar: A Study of Significance of Grain Size Parameters**. Journal of Sedimentary Petrology. 27: p. 3-26.
- Friedman, G. M. dan Sanders, J.E. 1978. **Principles of Sedimentology**. John Wiley and Sons, Inc.
- Fritz, William dan Johnnie N. Moore. 1988. **Basics of Physical Stratigraphy and Sedimentology**. John Wiley & Sons, Inc.: Canada.

- Gore, Pamela J.W. 2010. **Depositional Sedimentary Environments**. Department of Geology. Georgia Perimeter College: Clarkston GA 30021.
- Helfinalis. 2000. **Pola Distribusi Sedimen Suspensi Abrasi dan Prediksi Pergerakan Pasang Surut di Perairan dan Pantai Teluk Lampung**. Balitbang Oseanografi, Puslitbang Oseanologi- Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia: Jakarta.
- Hibban, Iha. 2013. Informasi Tulungagung: **Terowongan Niyama, Sejarah Terowongan Niyama**. <http://www.ihahibban.blogspot.com/2013/01/informasi-tulungagung-terowongan-niyama.html>. Diakses tanggal 3 Juli 2014.
- Hutabarat, Sahala dan Evans, Stewart M. 2008. **Pengantar Oseanografi**. UI-Press: Jakarta p. 44
- Iskandar, Ilga W.P., 2008. **Studi Karakteristik Sedimen di Perairan Pelabuhan Belawan**. Tugas Akhir Bidang Studi Teknik Sumber Daya Air. Departemen Teknik Sipil-Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- Junaidi dan Restu Wigati. 2011. **Analisis Parameter Statistik Butiran Sedimen Dasar pada Sungai Alamiah (Studi Kasus Sungai Krasak Yogyakarta)**. Jurnal Wahana Teknik Sipil Vol. 16 No.2 Desember 2011 p. 46-57
- Krumbein, W.C., dan F.J. Pettijohn. 1938. **Manual of Sedimentary Petrography**. Appleton Century Crofts, Inc: New York.
- Lanuru, Mahatma dan Suwarni. 2011. **Bahan Ajar Pengantar Oseanografi**. Program Studi Ilmu Kelautan. Jurusan Ilmu Kelautan. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hassanuddin: Makassar.
- Minarto, Eko, Heron Surbakti, Elizabeth Vorandra, dkk. 2008. **Kaitan Aktivitas Vulkanik dengan Distribusi Sedimen dan Kandungan Suspensi di Perairan Selat Sunda**. Institut Teknologi Sepuluh Noverber: Surabaya.

- Mukminin, Amirul. 2008. **Proses Sedimentasi di Perairan Dompok Kecamatan Bukit Bestari Provinsi Kepulauan Riau**. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau: Pekanbaru.
- Opa, Esry Tommy. 2011. **Perubahan Garis Pantai Desa Bentenan Kecamatan Pusomaen, Minahasa Tenggara**. Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis. Volume VII, Desember 2011.
- Pasingi, Nuralim. 2012. **Produktivitas Sekunder Hewan Bentik Ekosistem Pantai Studi Kasus: Produksi Sekunder *Nebalia daytoni* di Pantai San Diego, California Selatan USA**. IPB: Bogor.
- Purnawan, Syahrul., Ichsan Setiawan dan Marwantim. 2012. **Studi Sebaran Sedimen Berdasarkan Ukuran Butir di Perairan Kuala Gigieng Kabupaten Aceh Besar Provinsi Aceh**. Departemen Ilmu Kelautan Universitas Syiah Kuala p. 31-36
- Putra, Reza Hayuda, Rifardi dan Elizal. 2012. **Karakteristik Sedimen di Perairan Teluk Kabung Kota Padang Sumatera Barat**. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau: Pekanbaru.
- Rifardi. 2012. **Ekologi Sedimen Laut Modern**. Universitas Riau Press: Pekanbaru.
- Satriadi, Alfi. 2004. **Analisis Pengaruh Faktor Oseanografi Terhadap Distribusi Sedimen di Muara Sungai Grindulu Kabupaten Pacitan Jawa Timur**. FPIK-Universitas Diponegoro: Semarang.
- Salahuddin, Mhd dan Mulyana W. 2010. **Dinamika Pesisir Jawa Timur**. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan.
- Schnurrenberger, Douglas., James Russell dan Kerry Kelts. 2003. **Classification of Lacustrine Sediments Based on Sedimentary Components**. Journal of Paleolimnology 29:141-154.
- Selley, Richard.C. 1988. **Applied Sedimentology**. Academic Press, Harcourt Brace Jovanovich Publisher: London.

Septaliana, Trilius KR dan Aisyah. 2011. Analisis Statistik. Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya: Sumatera Selatan.

Smith, Robin J. 2013. **Image Galery Using Sediment Grab in Lake Biwa Museum.** <http://www.lbm.go.jp/smith/ost14.html>. Diakses tanggal 30 Januari 2014.

Solihuddin, Eva Mustika Sari dan Gunardi Kusumah. 2011. **Prediksi Laju Sedimentasi di Perairan Pemangkat Sambas Kalimantan Barat Menggunakan Metode Pemodelan.** Buletin Geologi Tata Lingkungan Vol. 21 No. 23 Desember 2011 p.117-126

Supriyadi, H., S. Wouthuyzen dan Sunarto. 1996. **Sebaran dan Komposisi Sedimen di Beberapa Teluk Di Seram Barat.** Jurnal Perairan Maluku dan Sekitarnya Balai Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Volume 11 p. 99-115.

Surbakti, Heron. 2009. **Pasang Surut.** Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya: Sumatera Selatan.

Suyarso, 1989. **Pasang-Surut.** Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi- Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia : Jakarta.

Triatmodjo, Bambang. 2008. **Teknik Pantai.** Beta Ofset Press: Yogyakarta.

Tuheteru, Faisal Danu dan Mahfudz. 2012. **Ekologi, Manfaat dan Rehabilitasi Hutan Pantai Indonesia.** Balai Penelitian Kehutanan: Manado.

Wentworth, Chester K. 1922. **A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments.** The Journal of Geology Vol. 30 No.5 pp. 377-392.

Wibisono, M.S. 2011. **Pengantar Ilmu Kelautan Edisi 2.** UI Press: Jakarta p.143

Wibowo, Arie Yudha. 2012. **Dinamika Pantai-Abrasi dan Sedimentasi.** Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah: Surabaya.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Ayakan

❖ Stasiun 1

| Ayakan | | Tertahan Ayakan (gr) | Jumlah Tertahan (gr) | % Jumlah Tertahan | % Lolos Ayakan | % Berat Sedimen |
|--------|-----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------|-----------------|
| No | Diameter Butiran (mm) | | | | | |
| 4 | 4,75 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| 10 | 2 | 13,592 | 13,592 | 2,203 | 97,797 | 2,203 |
| 20 | 0,85 | 76,493 | 90,085 | 14,600 | 85,400 | 12,397 |
| 30 | 0,6 | 67,747 | 157,832 | 25,580 | 74,420 | 10,980 |
| 40 | 0,425 | 31,813 | 189,645 | 30,736 | 69,264 | 5,156 |
| 60 | 0,25 | 59,486 | 249,131 | 40,377 | 59,623 | 9,641 |
| 100 | 0,15 | 38,478 | 287,609 | 46,613 | 53,387 | 6,236 |
| 200 | 0,075 | 270,3 | 557,909 | 90,421 | 9,579 | 43,808 |
| Pan | < 0,075 | 59,105 | 617,014 | 100 | 0 | 9,579 |

❖ Stasiun 2

| Ayakan | | Tertahan Ayakan (gr) | Jumlah Tertahan (gr) | % Jumlah Tertahan | % Lolos Ayakan | % Berat Sedimen |
|--------|-----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------|-----------------|
| No | Diameter Butiran (mm) | | | | | |
| 4 | 4,75 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| 10 | 2 | 0,203 | 0,203 | 0,094 | 99,906 | 0,094 |
| 20 | 0,85 | 0,264 | 0,467 | 0,216 | 99,784 | 0,122 |
| 30 | 0,6 | 1,131 | 1,598 | 0,741 | 99,259 | 0,524 |
| 40 | 0,425 | 3,905 | 5,503 | 2,551 | 97,449 | 1,810 |
| 60 | 0,25 | 57,271 | 62,774 | 29,099 | 70,901 | 26,548 |
| 100 | 0,15 | 46,967 | 109,741 | 50,870 | 49,130 | 21,771 |
| 200 | 0,075 | 98,275 | 208,016 | 96,425 | 3,575 | 45,555 |
| Pan | < 0,075 | 7,712 | 215,728 | 100 | 0 | 3,575 |

❖ Stasiun 3

| Ayakan | | Tertahan Ayakan (gr) | Jumlah Tertahan (gr) | % Jumlah Tertahan | % Lolos Ayakan | % Berat Sedimen |
|--------|-----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------|-----------------|
| No | Diameter Butiran (mm) | | | | | |
| 4 | 4,75 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| 10 | 2 | 2,128 | 2,128 | 2,337 | 97,663 | 2,337 |
| 20 | 0,85 | 17,730 | 19,858 | 21,807 | 78,193 | 19,470 |
| 30 | 0,6 | 16,325 | 36,183 | 39,734 | 60,266 | 17,927 |
| 40 | 0,425 | 8,483 | 44,666 | 49,050 | 50,950 | 9,316 |
| 60 | 0,25 | 15,345 | 60,011 | 65,901 | 34,099 | 16,851 |
| 100 | 0,15 | 5,946 | 65,957 | 72,430 | 27,570 | 6,530 |
| 200 | 0,075 | 11,876 | 77,833 | 85,472 | 14,528 | 13,042 |
| Pan | < 0,075 | 13,230 | 91,063 | 100 | 0 | 14,528 |

❖ Stasiun 4

| Ayakan | | Tertahan Ayakan (gr) | Jumlah Tertahan (gr) | % Jumlah Tertahan | % Lolos Ayakan | % Berat Sedimen |
|--------|-----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------|-----------------|
| No | Diameter Butiran (mm) | | | | | |
| 4 | 4,75 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| 10 | 2 | 11,706 | 11,706 | 5,177 | 94,823 | 5,177 |
| 20 | 0,85 | 54,329 | 66,035 | 29,202 | 70,798 | 24,025 |
| 30 | 0,6 | 39,625 | 105,660 | 46,725 | 53,275 | 17,523 |
| 40 | 0,425 | 15,725 | 121,385 | 53,679 | 46,321 | 6,954 |
| 60 | 0,25 | 35,847 | 157,232 | 69,531 | 30,469 | 15,852 |
| 100 | 0,15 | 11,288 | 168,520 | 74,523 | 25,477 | 4,992 |
| 200 | 0,075 | 33,076 | 201,596 | 89,150 | 10,850 | 14,627 |
| Pan | < 0,075 | 24,535 | 226,131 | 100 | 0 | 10,850 |

❖ Stasiun 5

| Ayakan | | Tertahan Ayakan (gr) | Jumlah Tertahan (gr) | % Jumlah Tertahan | % Lolos Ayakan | % Berat Sedimen |
|--------|-----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------|-----------------|
| No | Diameter Butiran (mm) | | | | | |
| 4 | 4,75 | 50,730 | 50,730 | 4,116 | 95,884 | 4,116 |
| 10 | 2 | 38,613 | 89,343 | 7,248 | 92,752 | 3,133 |
| 20 | 0,85 | 61,278 | 150,621 | 12,219 | 87,781 | 4,971 |
| 30 | 0,6 | 113,612 | 264,233 | 21,436 | 78,564 | 9,217 |
| 40 | 0,425 | 139,5 | 403,733 | 32,754 | 67,246 | 11,317 |
| 60 | 0,25 | 567,9 | 971,633 | 78,826 | 21,174 | 46,072 |
| 100 | 0,15 | 156,7 | 1.128,333 | 91,538 | 8,462 | 12,713 |

| Ayakan | | Tertahan Ayakan (gr) | Jumlah Tertahan (gr) | % Jumlah Tertahan | % Lolos Ayakan | % Berat Sedimen |
|--------|-----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------|-----------------|
| No | Diameter Butiran (mm) | | | | | |
| 200 | 0,075 | 99,010 | 1.227,343 | 99,571 | 0,429 | 8,032 |
| Pan | < 0,075 | 5,294 | 1.232,637 | 100 | 0 | 0,429 |

❖ Stasiun 6

| Ayakan | | Tertahan Ayakan (gr) | Jumlah Tertahan (gr) | % Jumlah Tertahan | % Lolos Ayakan | % Berat Sedimen |
|--------|-----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------|-----------------|
| No | Diameter Butiran (mm) | | | | | |
| 4 | 4,75 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| 10 | 2 | 0,058 | 0,058 | 0,036 | 99,964 | 0,036 |
| 20 | 0,85 | 1,426 | 1,484 | 0,918 | 99,082 | 0,882 |
| 30 | 0,6 | 12,055 | 13,539 | 8,374 | 91,626 | 7,457 |
| 40 | 0,425 | 10,100 | 23,639 | 14,622 | 85,378 | 6,247 |
| 60 | 0,25 | 29,448 | 53,087 | 32,836 | 67,164 | 18,215 |
| 100 | 0,15 | 22,354 | 75,441 | 46,663 | 53,337 | 13,827 |
| 200 | 0,075 | 61,2 | 136,641 | 84,518 | 15,482 | 37,855 |
| Pan | < 0,075 | 25,030 | 161,671 | 100 | 0 | 15,482 |

❖ Stasiun 7

| Ayakan | | Tertahan Ayakan (gr) | Jumlah Tertahan (gr) | % Jumlah Tertahan | % Lolos Ayakan | % Berat Sedimen |
|--------|-----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------|-----------------|
| No | Diameter Butiran (mm) | | | | | |
| 4 | 4,75 | 14,28 | 14,28 | 1,656 | 98,344 | 1,656 |
| 10 | 2 | 4,36 | 18,64 | 2,161 | 97,839 | 0,505 |
| 20 | 0,85 | 16,64 | 35,28 | 4,090 | 95,910 | 1,929 |
| 30 | 0,6 | 34,69 | 69,97 | 8,112 | 91,888 | 4,022 |
| 40 | 0,425 | 54,19 | 124,16 | 14,395 | 85,605 | 6,283 |
| 60 | 0,25 | 259,8 | 383,96 | 44,515 | 55,485 | 30,120 |
| 100 | 0,15 | 183 | 566,96 | 65,731 | 34,269 | 21,216 |
| 200 | 0,075 | 218,5 | 785,46 | 91,063 | 8,937 | 25,332 |
| Pan | < 0,075 | 77,09 | 862,545 | 100 | 0 | 8,937 |

❖ Stasiun 8

| Ayakan | | Tertahan Ayakan (gr) | Jumlah Tertahan (gr) | % Jumlah Tertahan | % Lolos Ayakan | % Berat Sedimen |
|--------|-----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------|-----------------|
| No | Diameter Butiran (mm) | | | | | |
| 4 | 4,75 | 10,008 | 10,008 | 1,898 | 98,102 | 1,898 |
| 10 | 2 | 6,732 | 16,740 | 3,175 | 96,825 | 1,277 |
| 20 | 0,85 | 11,533 | 28,273 | 5,363 | 94,637 | 2,188 |
| 30 | 0,6 | 14,010 | 42,283 | 8,021 | 91,979 | 2,658 |
| 40 | 0,425 | 15,374 | 57,657 | 10,937 | 89,063 | 2,916 |
| 60 | 0,25 | 68,027 | 125,684 | 23,841 | 76,159 | 12,904 |
| 100 | 0,15 | 90,7 | 216,384 | 41,046 | 58,954 | 17,205 |
| 200 | 0,075 | 290,2 | 506,584 | 96,094 | 3,906 | 55,048 |
| Pan | < 0,075 | 20,59 | 527,174 | 100 | 0 | 3,906 |

❖ Stasiun 9

| Ayakan | | Tertahan Ayakan (gr) | Jumlah Tertahan (gr) | % Jumlah Tertahan | % Lolos Ayakan | % Berat Sedimen |
|--------|-----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------|-----------------|
| No | Diameter Butiran (mm) | | | | | |
| 4 | 4,75 | 7,01 | 7,01 | 0,756 | 99,244 | 0,756 |
| 10 | 2 | 12,35 | 19,36 | 2,087 | 97,913 | 1,331 |
| 20 | 0,85 | 27,03 | 46,39 | 5,001 | 94,999 | 2,914 |
| 30 | 0,6 | 88,36 | 134,75 | 14,527 | 85,473 | 9,526 |
| 40 | 0,425 | 156,7 | 291,45 | 31,420 | 68,580 | 16,893 |
| 60 | 0,25 | 553,4 | 844,85 | 91,080 | 8,920 | 59,660 |
| 100 | 0,15 | 59,20 | 904,05 | 97,462 | 2,538 | 6,382 |
| 200 | 0,075 | 14,09 | 918,14 | 98,981 | 1,019 | 1,519 |
| Pan | < 0,075 | 9,45 | 927,59 | 100 | 0 | 1,019 |

❖ Stasiun 10

| Ayakan | | Tertahan Ayakan (gr) | Jumlah Tertahan (gr) | % Jumlah Tertahan | % Lolos Ayakan | % Berat Sedimen |
|--------|-----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------|-----------------|
| No | Diameter Butiran (mm) | | | | | |
| 4 | 4,75 | 5,68 | 5,68 | 0,731 | 99,269 | 0,731 |
| 10 | 2 | 17,94 | 23,62 | 3,040 | 96,960 | 2,309 |
| 20 | 0,85 | 24,26 | 47,88 | 6,162 | 93,838 | 3,122 |
| 30 | 0,6 | 89,24 | 137,12 | 17,646 | 82,354 | 11,484 |
| 40 | 0,425 | 75,85 | 212,97 | 27,407 | 72,593 | 9,761 |
| 60 | 0,25 | 122,4 | 335,37 | 43,158 | 56,842 | 15,751 |
| 100 | 0,15 | 132,6 | 467,97 | 60,222 | 39,778 | 17,064 |

| Ayakan | | Tertahan Ayakan (gr) | Jumlah Tertahan (gr) | % Jumlah Tertahan | % Lolos Ayakan | % Berat Sedimen |
|--------|-----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------|-----------------|
| No | Diameter Butiran (mm) | | | | | |
| 200 | 0,075 | 151,9 | 619,87 | 79,770 | 20,230 | 19,548 |
| Pan | < 0,075 | 157,2 | 777,07 | 100 | 0 | 20,230 |

❖ Stasiun 11

| Ayakan | | Tertahan Ayakan (gr) | Jumlah Tertahan (gr) | % Jumlah Tertahan | % Lolos Ayakan | % Berat Sedimen |
|--------|-----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------|-----------------|
| No | Diameter Butiran (mm) | | | | | |
| 4 | 4,75 | 2,75 | 2,75 | 0,263 | 99,737 | 0,263 |
| 10 | 2 | 8,10 | 10,85 | 1,039 | 98,961 | 0,775 |
| 20 | 0,85 | 51,63 | 62,48 | 5,981 | 94,019 | 4,942 |
| 30 | 0,6 | 173,1 | 235,58 | 22,550 | 77,450 | 16,570 |
| 40 | 0,425 | 171,3 | 406,88 | 38,947 | 61,053 | 16,397 |
| 60 | 0,25 | 488,4 | 895,28 | 85,698 | 14,302 | 46,751 |
| 100 | 0,15 | 98,7 | 993,98 | 95,146 | 4,854 | 9,448 |
| 200 | 0,075 | 31,32 | 1.025,30 | 98,144 | 1,856 | 2,998 |
| Pan | < 0,075 | 19,39 | 1.044,69 | 100 | 0 | 1,856 |

❖ Stasiun 12

| Ayakan | | Tertahan Ayakan (gr) | Jumlah Tertahan (gr) | % Jumlah Tertahan | % Lolos Ayakan | % Berat Sedimen |
|--------|-----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------|-----------------|
| No | Diameter Butiran (mm) | | | | | |
| 4 | 4,75 | 0,62 | 0,62 | 0,072 | 99,928 | 0,072 |
| 10 | 2 | 2,02 | 2,64 | 0,309 | 99,691 | 0,236 |
| 20 | 0,85 | 6,76 | 9,40 | 1,099 | 98,901 | 0,790 |
| 30 | 0,6 | 24,62 | 34,02 | 3,976 | 96,024 | 2,878 |
| 40 | 0,425 | 58,19 | 92,21 | 10,777 | 89,223 | 6,801 |
| 60 | 0,25 | 441,7 | 533,91 | 62,403 | 37,597 | 51,626 |
| 100 | 0,15 | 178,5 | 712,41 | 83,266 | 16,734 | 20,863 |
| 200 | 0,075 | 114,93 | 827,34 | 96,699 | 3,301 | 13,433 |
| Pan | < 0,075 | 28,24 | 855,58 | 100 | 0 | 3,301 |

❖ Stasiun 13

| Ayakan | | Tertahan Ayakan (gr) | Jumlah Tertahan (gr) | % Jumlah Tertahan | % Lolos Ayakan | % Berat Sedimen |
|--------|-----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------|-----------------|
| No | Diameter Butiran (mm) | | | | | |
| 4 | 4,75 | 0,38 | 0,38 | 0,044 | 99,956 | 0,044 |
| 10 | 2 | 2,34 | 2,72 | 0,312 | 99,688 | 0,269 |
| 20 | 0,85 | 8,63 | 11,35 | 1,302 | 98,698 | 0,990 |
| 30 | 0,6 | 38,96 | 50,31 | 5,773 | 94,227 | 4,471 |
| 40 | 0,425 | 150,6 | 200,91 | 23,054 | 76,946 | 17,281 |
| 60 | 0,25 | 511,9 | 712,81 | 81,795 | 18,205 | 58,741 |
| 100 | 0,15 | 88,26 | 801,07 | 91,923 | 8,077 | 10,128 |
| 200 | 0,075 | 57,06 | 858,13 | 98,470 | 1,530 | 6,548 |
| Pan | < 0,075 | 13,33 | 871,46 | 100 | 0 | 1,530 |

❖ Stasiun 14

| Ayakan | | Tertahan Ayakan (gr) | Jumlah Tertahan (gr) | % Jumlah Tertahan | % Lolos Ayakan | % Berat Sedimen |
|--------|-----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------|-----------------|
| No | Diameter Butiran (mm) | | | | | |
| 4 | 4,75 | 30,67 | 30,67 | 3,579 | 96,421 | 3,579 |
| 10 | 2 | 10,91 | 41,58 | 4,852 | 95,148 | 1,273 |
| 20 | 0,85 | 20,48 | 62,06 | 7,242 | 92,758 | 2,390 |
| 30 | 0,6 | 50,56 | 112,62 | 13,142 | 86,858 | 5,900 |
| 40 | 0,425 | 67,06 | 179,68 | 20,967 | 79,033 | 7,825 |
| 60 | 0,25 | 250,1 | 429,78 | 50,152 | 49,848 | 29,185 |
| 100 | 0,15 | 164,9 | 594,68 | 69,394 | 30,606 | 19,242 |
| 200 | 0,075 | 210,6 | 805,28 | 93,969 | 6,031 | 24,575 |
| Pan | < 0,075 | 51,68 | 856,96 | 100 | 0 | 6,031 |

❖ Stasiun 15

| Ayakan | | Tertahan Ayakan (gr) | Jumlah Tertahan (gr) | % Jumlah Tertahan | % Lolos Ayakan | % Berat Sedimen |
|--------|-----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------|-----------------|
| No | Diameter Butiran (mm) | | | | | |
| 4 | 4,75 | 14,28 | 14,28 | 1,656 | 98,344 | 1,656 |
| 10 | 2 | 4,36 | 18,64 | 2,161 | 97,839 | 0,505 |
| 20 | 0,85 | 16,64 | 35,28 | 4,090 | 95,910 | 1,929 |
| 30 | 0,6 | 34,69 | 69,97 | 8,112 | 91,888 | 4,022 |
| 40 | 0,425 | 54,19 | 124,16 | 14,395 | 85,605 | 6,283 |
| 60 | 0,25 | 259,8 | 383,96 | 44,515 | 55,485 | 30,120 |
| 100 | 0,15 | 183 | 566,96 | 65,731 | 34,269 | 21,216 |



| Ayakan | | Tertahan Ayakan (gr) | Jumlah Tertahan (gr) | % Jumlah Tertahan | % Lolos Ayakan | % Berat Sedimen |
|--------|-----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------|-----------------|
| No | Diameter Butiran (mm) | | | | | |
| 200 | 0,075 | 218,5 | 785,46 | 91,063 | 8,937 | 25,332 |
| Pan | < 0,075 | 77,09 | 862,545 | 100 | 0 | 8,937 |

Keterangan tabel hasil uji ayakan:

- Jumlah tertahan ayakan
 $= (\text{kumulatif dari data} - \text{data tertahan ayakan sebelumnya} + \text{data tertahan ayakan yang dicari jumlah tertahannya})$
- % Jumlah tertahan ayakan = $\frac{\text{jumlah tertahan}}{\text{berat sedimen kering}} \times 100\%$
- % Lolos ayakan = $100 - (\% \text{ jumlah tertahan ayakan})$
- % Berat sedimen = $\frac{\text{tertahan ayakan}}{\text{berat sedimen kering}} \times 100\%$

Lampiran 2. Perhitungan Statistik Sedimen

❖ Stasiun 1

$$Mz = \frac{\phi 16 + \phi 50 + \phi 84}{3} = \frac{3,5 + 2,8 + 0,2}{3} = 2,167$$

$$\sigma_1 = \frac{\phi 84 - \phi 16}{4} + \frac{\phi 95 - \phi 5}{6,6} = \frac{0,2 - 3,5}{4} + \frac{(-0,5) - 3,9}{6,6}$$

$$= (-0,825) + (-0,667) = -1,492$$

$$Sk_1 = \frac{\phi 16 + \phi 84 - (2 \times \phi 50)}{2(\phi 84 - \phi 16)} + \frac{\phi 5 + \phi 95 - (2 \times \phi 50)}{2(\phi 95 - \phi 5)}$$

$$= \frac{3,5 + 0,2 - (2 \times 2,8)}{2(0,2 - 3,5)} + \frac{3,9 + (-0,5) - (2 \times 2,8)}{2((-0,5) - 3,9)} = 0,288 + 0,25 = 0,538$$

$$K_G = \frac{\phi 95 - \phi 5}{2,44(\phi 75 - \phi 25)} = \frac{(-0,5) - 3,9}{2,44(0,7 - 3,3)} = \frac{-4,4}{-6,344} = 0,694$$



❖ Stasiun 2

$$M_z = \frac{\phi 16 + \phi 50 + \phi 84}{3} = \frac{3,4 + 2,7 + 1,6}{3} = 2,567$$

$$\sigma_1 = \frac{\phi 84 - \phi 16}{4} + \frac{\phi 95 - \phi 5}{6,6} = \frac{1,6 - 3,4}{4} + \frac{1,3 - 3,7}{6,6} = (-0,45) + (-0,364) = -0,814$$

$$\begin{aligned} Sk_1 &= \frac{\phi 16 + \phi 84 - (2 \times \phi 50)}{2(\phi 84 - \phi 16)} + \frac{\phi 5 + \phi 95 - (2 \times \phi 50)}{2(\phi 95 - \phi 5)} \\ &= \frac{3,4 + 1,6 - (2 \times 2,7)}{2(1,6 - 3,4)} + \frac{3,7 + 1,3 - (2 \times 2,7)}{2(1,3 - 3,7)} = 0,111 + 0,083 = 0,194 \end{aligned}$$

$$K_G = \frac{\phi 95 - \phi 5}{2,44(\phi 75 - \phi 25)} = \frac{1,3 - 3,7}{2,44(1,9 - 3,2)} = \frac{-2,4}{-3,172} = 0,757$$

❖ Stasiun 3

$$M_z = \frac{\phi 16 + \phi 50 + \phi 84}{3} = \frac{3,6 + 1,2 + 0}{3} = 1,6$$

$$\sigma_1 = \frac{\phi 84 - \phi 16}{4} + \frac{\phi 95 - \phi 5}{6,6} = \frac{0 - 3,6}{4} + \frac{(-0,7) - 4,3}{6,6} = (-0,9) + (-0,758) = -1,658$$

$$\begin{aligned} Sk_1 &= \frac{\phi 16 + \phi 84 - (2 \times \phi 50)}{2(\phi 84 - \phi 16)} + \frac{\phi 5 + \phi 95 - (2 \times \phi 50)}{2(\phi 95 - \phi 5)} \\ &= \frac{3,6 + 0 - (2 \times 1,2)}{2(0 - 4,3)} + \frac{4,3 + (-0,7) - (2 \times 1,2)}{2((-0,7) - 4,3)} = (-0,140) + (-0,12) = -0,26 \end{aligned}$$

$$K_G = \frac{\phi 95 - \phi 5}{2,44(\phi 75 - \phi 25)} = \frac{(-0,7) - 4,3}{2,44(0,4 - 2,9)} = \frac{-5}{-6,1} = 0,820$$

❖ Stasiun 4

$$M_z = \frac{\phi 16 + \phi 50 + \phi 84}{3} = \frac{3,3 + 0,9 + (-0,3)}{3} = 1,3$$

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{\phi 84 - \phi 16}{4} + \frac{\phi 95 - \phi 5}{6,6} = \frac{(-0,3) - 3,3}{4} + \frac{(-0,9) - 4,1}{6,6} \\ &= (-0,9) + (-0,758) = -1,658 \end{aligned}$$

$$Sk_1 = \frac{\phi 16 + \phi 84 - (2 \times \phi 50)}{2(\phi 84 - \phi 16)} + \frac{\phi 5 + \phi 95 - (2 \times \phi 50)}{2(\phi 95 - \phi 5)}$$

$$= \frac{3,3+(-0,3)-(2 \times 0,9)}{2((-0,3)-3,3)} + \frac{4,1+(-0,9)-(2 \times 0,9)}{2((-0,9)-4,1)} = -0,167 + (-0,14) = -0,307$$

$$K_G = \frac{\phi_{95}-\phi_5}{2,44 (\phi_{75} -\phi_{25})} = \frac{(-0,9)-4,1}{2,44 (0,1-2,7)} = \frac{-5}{-6,344} = 0,788$$

❖ Stasiun 5

$$M_z = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3} = \frac{2,1 + 1,5 + 0,5}{3} = 1,367$$

$$\sigma_1 = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6} = \frac{0,5 - 2,1}{4} + \frac{(-1) - 3}{6,6} = (-0,4) + (-0,606) = -1,006$$

$$Sk_1 = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - (2 \times \phi_{50})}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - (2 \times \phi_{50})}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$$

$$= \frac{2,1+0,5-(2 \times 1,5)}{2(0,5-2,1)} + \frac{3+(-1)-(2 \times 1,5)}{2((-1)-3)} = 0,125 + 0,125 = 0,25$$

$$K_G = \frac{\phi_{95}-\phi_5}{2,44 (\phi_{75} -\phi_{25})} = \frac{(-1)-3}{2,44 (1-1,9)} = \frac{-4}{-2,196} = 1,821$$

❖ Stasiun 6

$$M_z = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3} = \frac{3,7 + 2,8 + 1,2}{3} = 2,567$$

$$\sigma_1 = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6} = \frac{1,2 - 3,7}{4} + \frac{0,6 - 4,2}{6,6} = (-0,625) + (-0,545) = -1,17$$

$$Sk_1 = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - (2 \times \phi_{50})}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - (2 \times \phi_{50})}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$$

$$= \frac{3,7+1,2-(2 \times 2,8)}{2(1,2-3,7)} + \frac{4,2+(0,6)-(2 \times 2,8)}{2(0,6-4,2)} = 0,14 + 0,111 = 0,251$$

$$K_G = \frac{\phi_{95}-\phi_5}{2,44 (\phi_{75} -\phi_{25})} = \frac{0,6-4,2}{2,44 (1,7-3,5)} = \frac{-3,6}{-4,392} = 0,820$$

❖ Stasiun 7

$$M_z = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3} = \frac{3,4 + 2,1 + 1,3}{3} = 2,267$$

$$\sigma_1 = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6} = \frac{1,3 - 3,4}{4} + \frac{(0,2) - 4}{6,6}$$



$$= (-0,525) + (-0,576) = -1,101$$

$$\begin{aligned} Sk_1 &= \frac{\phi 16 + \phi 84 - (2 \times \phi 50)}{2(\phi 84 - \phi 16)} + \frac{\phi 5 + \phi 95 - (2 \times \phi 50)}{2(\phi 95 - \phi 5)} \\ &= \frac{3,4 + 1,3 - (2 \times 2,1)}{2(1,3 - 3,4)} + \frac{4 + 0,2 - (2 \times 2,1)}{2(0,2 - 4)} = -0,119 + 0 = -0,119 \end{aligned}$$

$$K_G = \frac{\phi 95 - \phi 5}{2,44 (\phi 75 - \phi 25)} = \frac{0,2 - 4}{2,44 (1,5 - 3,1)} = \frac{-3,8}{-3,904} = 0,973$$

❖ Stasiun 8

$$M_z = \frac{\phi 16 + \phi 50 + \phi 84}{3} = \frac{3,5 + 2,9 + 1,5}{3} = 2,633$$

$$\sigma_1 = \frac{\phi 84 - \phi 16}{4} + \frac{\phi 95 - \phi 5}{6,6} = \frac{1,5 - 3,5}{4} + \frac{0,2 - 3,7}{6,6} = (-0,5) + (-0,53) = -1,03$$

$$\begin{aligned} Sk_1 &= \frac{\phi 16 + \phi 84 - (2 \times \phi 50)}{2(\phi 84 - \phi 16)} + \frac{\phi 5 + \phi 95 - (2 \times \phi 50)}{2(\phi 95 - \phi 5)} \\ &= \frac{3,5 + 1,5 - (2 \times 2,9)}{2(1,5 - 3,5)} + \frac{3,7 + 0,2 - (2 \times 2,9)}{2(0,2 - 3,7)} = 0,2 + 0,271 = 0,471 \end{aligned}$$

$$K_G = \frac{\phi 95 - \phi 5}{2,44 (\phi 75 - \phi 25)} = \frac{0,2 - 3,7}{2,44 (2 - 3,3)} = \frac{-3,5}{-3,172} = 1,103$$

❖ Stasiun 9

$$M_z = \frac{\phi 16 + \phi 50 + \phi 84}{3} = \frac{1,9 + 1,5 + 0,7}{3} = 1,367$$

$$\sigma_1 = \frac{\phi 84 - \phi 16}{4} + \frac{\phi 95 - \phi 5}{6,6} = \frac{0,7 - 1,9}{4} + \frac{0,2 - 2,1}{6,6} = (-0,3) + (-0,288) = -0,588$$

$$\begin{aligned} Sk_1 &= \frac{\phi 16 + \phi 84 - (2 \times \phi 50)}{2(\phi 84 - \phi 16)} + \frac{\phi 5 + \phi 95 - (2 \times \phi 50)}{2(\phi 95 - \phi 5)} \\ &= \frac{1,9 + 0,7 - (2 \times 1,5)}{2(0,7 - 1,9)} + \frac{2,1 + 0,2 - (2 \times 1,5)}{2(0,2 - 2,1)} = 0,167 + 0,184 = 0,351 \end{aligned}$$

$$K_G = \frac{\phi 95 - \phi 5}{2,44 (\phi 75 - \phi 25)} = \frac{0,2 - 2,1}{2,44 (1,1 - 1,7)} = \frac{-1,9}{-1,464} = 1,30$$

❖ Stasiun 10

$$M_z = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3} = \frac{3,9 + 2,3 + 0,7}{3} = 2,3$$

$$\sigma_1 = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6} = \frac{0,7 - 3,9}{4} + \frac{0,2 - 4,4}{6,6} = (-0,8) + (-0,636) = -1,436$$

$$\begin{aligned} Sk_1 &= \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - (2 \times \phi_{50})}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - (2 \times \phi_{50})}{2(\phi_{95} - \phi_5)} \\ &= \frac{3,9 + 0,7 - (2 \times 2,3)}{2(0,7 - 3,9)} + \frac{4,4 + 0,2 - (2 \times 2,3)}{2(0,2 - 4,4)} = 0 \end{aligned}$$

$$K_G = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2,44(\phi_{75} - \phi_{25})} = \frac{0,2 - 4,4}{2,44(1,1 - 3,5)} = \frac{-4,2}{-5,856} = 0,717$$

❖ Stasiun 11

$$M_z = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3} = \frac{2 + 1,4 + 0,6}{3} = 1,333$$

$$\sigma_1 = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6} = \frac{0,6 - 2}{4} + \frac{0,2 - 2,7}{6,6} = (-0,35) + (-0,379) = -0,729$$

$$\begin{aligned} Sk_1 &= \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - (2 \times \phi_{50})}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - (2 \times \phi_{50})}{2(\phi_{95} - \phi_5)} \\ &= \frac{2 + 0,6 - (2 \times 1,4)}{2(0,6 - 2)} + \frac{2,7 + 0,2 - (2 \times 1,4)}{2(0,2 - 2,7)} = 0,071 + (-0,02) = 0,051 \end{aligned}$$

$$K_G = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2,44(\phi_{75} - \phi_{25})} = \frac{0,2 - 2,7}{2,44(0,8 - 1,8)} = \frac{-2,5}{-2,44} = 1,025$$

❖ Stasiun 12

$$M_z = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3} = \frac{2,7 + 1,8 + 1,3}{3} = 1,933$$

$$\sigma_1 = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6} = \frac{1,3 - 2,7}{4} + \frac{0,7 - 3,5}{6,6} = (-0,35) + (-0,424) = -0,774$$

$$\begin{aligned} Sk_1 &= \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - (2 \times \phi_{50})}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - (2 \times \phi_{50})}{2(\phi_{95} - \phi_5)} \\ &= \frac{2,7 + 1,3 - (2 \times 1,8)}{2(1,3 - 2,7)} + \frac{3,5 + 0,7 - (2 \times 1,8)}{2(0,7 - 3,5)} = (-0,143) + (-0,107) = -0,25 \end{aligned}$$

$$K_G = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2,44 (\phi_{75} - \phi_{25})} = \frac{0,7 - 3,5}{2,44 (1,5 - 2,3)} = \frac{-2,8}{-1,952} = 1,434$$

❖ Stasiun 13

$$M_z = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3} = \frac{2 + 1,6 + 1,1}{3} = 1,567$$

$$\sigma_1 = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6} = \frac{1,1 - 2}{4} + \frac{0,6 - 3}{6,6} = (-0,225) + (-0,364) = -0,589$$

$$\begin{aligned} Sk_1 &= \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - (2 \times \phi_{50})}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - (2 \times \phi_{50})}{2(\phi_{95} - \phi_5)} \\ &= \frac{2 + 1,1 - (2 \times 1,6)}{2(1,1 - 2)} + \frac{3 + 0,6 - (2 \times 1,6)}{2(0,6 - 3)} = 0,056 + (-0,083) = -0,027 \end{aligned}$$

$$K_G = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2,44 (\phi_{75} - \phi_{25})} = \frac{0,6 - 3}{2,44 (1,3 - 1,9)} = \frac{-2,4}{-1,464} = 1,639$$

❖ Stasiun 14

$$M_z = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3} = \frac{3,3 + 2 + 1}{3} = 2,1$$

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6} = \frac{1 - 3,3}{4} + \frac{(-0,2) - 3,7}{6,6} \\ &= (-0,575) + (-0,591) = -1,166 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Sk_1 &= \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - (2 \times \phi_{50})}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - (2 \times \phi_{50})}{2(\phi_{95} - \phi_5)} \\ &= \frac{3,3 + 1 - (2 \times 2)}{2(1 - 3,3)} + \frac{3,7 + (-0,2) - (2 \times 2)}{2((-0,2) - 3,7)} = (-0,065) + 0,064 = -0,001 \end{aligned}$$

$$K_G = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2,44 (\phi_{75} - \phi_{25})} = \frac{(-0,2) - 3,7}{2,44 (1,3 - 2,9)} = \frac{-3,9}{-3,904} = 0,999$$

❖ Stasiun 15

$$M_z = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3} = \frac{3,1 + 1,9 + 1,4}{3} = 2,133$$

$$\sigma_1 = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6} = \frac{1,4 - 3,1}{4} + \frac{0,7 - 3,7}{6,6} = (-0,425) + (-0,455) = -0,88$$

$$Sk_1 = \frac{\phi 16 + \phi 84 - (2 \times \phi 50)}{2(\phi 84 - \phi 16)} + \frac{\phi 5 + \phi 95 - (2 \times \phi 50)}{2(\phi 95 - \phi 5)}$$

$$= \frac{3,1 + 1,4 - (2 \times 1,9)}{2(1,4 - 3,1)} + \frac{3,7 + 0,7 - (2 \times 1,9)}{2(0,7 - 3,7)} = (-0,206) + (-0,1) = -0,306$$

$$K_G = \frac{\phi 95 - \phi 5}{2,44 (\phi 75 - \phi 25)} = \frac{0,7 - 3,7}{2,44 (1,5 - 2,7)} = \frac{-3}{-2,928} = 1,025$$

Lampiran 3. Perhitungan Diameter Rata-rata Butiran Sedimen

| Jenis Sedimen | Ukuran Butir (mm) | Diameter tengah kisaran fraksi |
|--------------------|-------------------|--------------------------------|
| Kerikil | 2-4 | 2 |
| Pasir Sangat Kasar | 1-2 | 1,5 |
| Pasir Kasar | 0,5-1 | 0,75 |
| Pasir Sedang | 0,25-0,5 | 0,375 |
| Pasir Halus | 0,125-0,25 | 0,1875 |
| Pasir Sangat Halus | 0,0625-0,125 | 0,09375 |
| Lanau | 0,031-0,0625 | 0,04675 |

❖ Stasiun 1

$$d \text{ rata-rata} = \frac{(0) + (2,203 \times 1,5) + (23,377 \times 0,75) + (5,156 \times 0,375) + (15,877 \times 0,1875) + (43,808 \times 0,09375) + (9,579 \times 0,04675)}{100}$$

$$= \frac{(3,3045 + 17,5328 + 1,9335 + 2,9769 + 4,107 + 0,4478)}{100}$$

$$= \frac{30,3025}{100} = 0,303 \text{ mm}$$

❖ Stasiun 2

$$d \text{ rata-rata} = \frac{(0) + (0,094 \times 1,5) + (0,646 \times 0,75) + (1,810 \times 0,375) + (48,319 \times 0,1875) + (45,555 \times 0,09375) + (3,575 \times 0,04675)}{100}$$

$$= \frac{(0,141 + 0,4845 + 0,6788 + 9,0598 + 4,2708 + 0,1671)}{100}$$

$$= \frac{14,7966}{100} = 0,148 \text{ mm}$$

❖ Stasiun 3

$$\begin{aligned} \text{d rata-rata} &= \frac{(0) + (2,337 \times 1,5) + (37,397 \times 0,75) + (26,167 \times 0,375) + (6,529 \times 0,1875) + (13,042 \times 0,09375) + (14,528 \times 0,04675)}{100} \\ &= \frac{(3,5055 + 28,0478 + 9,8126 + 1,2242 + 1,2227 + 0,6792)}{100} \end{aligned}$$

$$= \frac{44,492}{100} = 0,445 \text{ mm}$$

❖ Stasiun 4

$$\begin{aligned} \text{d rata-rata} &= \frac{(0) + (5,177 \times 1,5) + (41,548 \times 0,75) + (22,806 \times 0,375) + (4,992 \times 0,1875) + (14,627 \times 0,09375) + (10,850 \times 0,04675)}{100} \\ &= \frac{(7,7655 + 31,161 + 8,5523 + 0,936 + 1,3713 + 0,5072)}{100} \end{aligned}$$

$$= \frac{50,2933}{100} = 0,503 \text{ mm}$$

❖ Stasiun 5

$$\begin{aligned} \text{d rata-rata} &= \frac{(4,116 \times 2) + (3,133 \times 1,5) + (14,188 \times 0,75) + (11,317 \times 0,375) + (58,785 \times 0,1875) + (0,803 \times 0,09375) + (0,429 \times 0,04675)}{100} \\ &= \frac{(8,232 + 4,6995 + 10,641 + 4,2439 + 11,0222 + 0,0753 + 0,0201)}{100} \end{aligned}$$

$$= \frac{38,934}{100} = 0,389 \text{ mm}$$

❖ Stasiun 6

$$\begin{aligned} \text{d rata-rata} &= \frac{(0) + (0,036 \times 1,5) + (8,339 \times 0,75) + (6,247 \times 0,375) + (32,042 \times 0,1875) + (37,855 \times 0,09375) + (15,482 \times 0,04675)}{100} \\ &= \frac{(0,054 + 6,254 + 2,343 + 6,008 + 3,549 + 0,724)}{100} \end{aligned}$$

$$= \frac{18,932}{100} = 0,189 \text{ mm}$$

❖ Stasiun 7

$$\begin{aligned} \text{d rata-rata} &= \frac{(1,656 \times 2) + (0,251 \times 1,5) + (5,951 \times 0,75) + (6,283 \times 0,375) + (51,336 \times 0,1875) + (25,332 \times 0,09375) + (8,937 \times 0,04675)}{100} \\ &= \frac{(3,312 + 0,3765 + 4,463 + 2,356 + 9,6255 + 2,375 + 0,418)}{100} \end{aligned}$$

$$= \frac{22,926}{100} = 0,229 \text{ mm}$$

❖ Stasiun 8

$$\begin{aligned} \text{d rata-rata} &= \frac{(1,898 \times 2) + (1,277 \times 1,5) + (4,846 \times 0,75) + (2,916 \times 0,375) + (30,109 \times 0,1875) + (55,048 \times 0,09375) + (3,906 \times 0,04675)}{100} \\ &= \frac{(3,796 + 1,916 + 3,635 + 1,094 + 5,645 + 5,161 + 0,183)}{100} \end{aligned}$$

$$= \frac{21,43}{100} = 0,214 \text{ mm}$$

❖ Stasiun 9

$$\begin{aligned} \text{d rata-rata} &= \frac{(0,756 \times 2) + (1,331 \times 1,5) + (12,44 \times 0,75) + (76,553 \times 0,375) + (6,382 \times 0,1875) + (1,519 \times 0,09375) + (1,019 \times 0,04675)}{100} \\ &= \frac{(1,512 + 1,997 + 9,33 + 28,707 + 1,197 + 0,142 + 0,048)}{100} \end{aligned}$$

$$= \frac{42,933}{100} = 0,429 \text{ mm}$$

❖ Stasiun 10

$$\begin{aligned} \text{d rata-rata} &= \frac{(0,731 \times 2) + (2,309 \times 1,5) + (14,606 \times 0,75) + (9,761 \times 0,375) + (32,815 \times 0,1875) + (19,548 \times 0,09375) + (20,230 \times 0,04675)}{100} \\ &= \frac{(1,462 + 3,464 + 10,955 + 3,66 + 6,153 + 1,833 + 0,946)}{100} \end{aligned}$$

$$= \frac{28,473}{100} = 0,285 \text{ mm}$$

❖ Stasiun 11

$$d \text{ rata-rata} = \frac{(0,263 \times 2) + (0,775 \times 1,5) + (21,512 \times 0,75) + (63,148 \times 0,375) + (9,448 \times 0,1875) + (2,998 \times 0,09375) + (1,856 \times 0,04675)}{100}$$

$$= \frac{(0,526 + 1,1625 + 16,134 + 23,681 + 1,7715 + 0,281 + 0,087)}{100}$$

$$= \frac{43,643}{100} = 0,436 \text{ mm}$$

❖ Stasiun 12

$$d \text{ rata-rata} = \frac{(0,072 \times 2) + (0,236 \times 1,5) + (3,668 \times 0,75) + (6,801 \times 0,375) + (72,489 \times 0,1875) + (13,433 \times 0,09375) + (3,301 \times 0,04675)}{100}$$

$$= \frac{(0,144 + 0,354 + 2,751 + 2,55 + 13,592 + 1,259 + 0,154)}{100}$$

$$= \frac{20,804}{100} = 0,208 \text{ mm}$$

❖ Stasiun 13

$$d \text{ rata-rata} = \frac{(0,044 \times 2) + (0,269 \times 1,5) + (5,461 \times 0,75) + (76,022 \times 0,375) + (10,128 \times 0,1875) + (6,548 \times 0,09375) + (1,530 \times 0,04675)}{100}$$

$$= \frac{(0,088 + 0,404 + 4,096 + 28,508 + 1,899 + 0,614 + 0,072)}{100}$$

$$= \frac{35,681}{100} = 0,357 \text{ mm}$$

❖ Stasiun 14

$$d \text{ rata-rata} = \frac{(3,579 \times 2) + (1,273 \times 1,5) + (8,19 \times 0,75) + (7,825 \times 0,375) + (48,427 \times 0,1875) + (24,575 \times 0,09375) + (6,031 \times 0,04675)}{100}$$

$$= \frac{(7,158 + 1,9095 + 6,1425 + 2,934 + 9,08 + 2,304 + 0,282)}{100}$$

$$= \frac{29,81}{100} = 0,298 \text{ mm}$$

❖ Stasiun 15

$$d \text{ rata-rata} = \frac{(0,052 \times 2) + (0,228 \times 1,5) + (4,281 \times 0,75) + (5,628 \times 0,375) + (65,805 \times 0,1875) + (19,021 \times 0,09375) + (4,986 \times 0,04675)}{100}$$

$$= \frac{(0,104 + 0,342 + 3,211 + 2,111 + 12,388 + 1,783 + 0,233)}{100}$$

$$= \frac{20,122}{100} = 0,20 \text{ mm}$$

Lampiran 4. Dokumentasi Lapangan dan Laboratorium



Gambar 1. Pengambilan Sampel Sedimen



Gambar 2. Proses Pengayakan Sampel Sedimen



Gambar 3. Proses Penimbangan Berat Sampel Sedimen