

STUDI PROSES GEOMORFOLOGI DENGAN PENDEKATAN ANALISIS UKURAN BUTIR SEDIMEN (Studi Kasus Proses Sedimentasi Muara Sungai Banyuasin Sumatera Selatan)

Rena Misliniyati

Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bengkulu
Jl. W. R. Supratman, Kandang Limun, Bengkulu 38371, Telp (0736)344087, Ext. 337

E-mail: cik_neyna@yahoo.com

Abstract

Sedimentation in estuaries due to deposition of sediment material by geomorphological process that work. It is therefore necessary to study geomorphological process in order to provide an overview of the mechanisms of sedimentation (the process of sediment transport and deposition of material) that occurred. To determine the geomorphology of the most dominant influence on sedimentation in estuaries, the sediment grain size analysis was performed with a statistical approach, then making the relationship between sediment grain size distribution with populations of sediment occurs. In this study used data estuary sediment grain size of Banyuasin river taken at three points on the mouth of the river estuary. The analysis showed that the dominant geomorphological process influence on sedimentation in the estuary of Banyuasin is fluvial process, where the transport and deposition of sediment carried by the power flow of the river. This is reflected in the values of statistics and sediment populations. The resulting statistical value indicates the condition of energy (power flow) which produces sediment at this location is relatively large, tend to be unstable and fluctuate rapidly. Sedimentary material that was found is dominated by saltation population, and population of suspension amount is less than 20%. This scale indicates that the river flow velocity of Banyuasin is large enough, so the population of saltation carried in large numbers to and deposited at the mouth of the estuary. Meanwhile, the finer particles (suspension population) will be led further into the sea. Population such conditions describes the characteristic of sediment grain size distribution in the fluvial environment of deposition.

Keywords: *geomorphological process, sediment grain size, sediment population*

1. PENDAHULUAN

Geomorfologi adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari bentuk lahan, proses yang mempengaruhi bentuk lahan, genesis bentuk lahan, serta hubungan bentuk lahan dengan lingkungannya dalam ruang dan waktu (Karmono, 1984 dalam Asyudin, 1987). Dalam aspek keteknikan atau rekayasa, peranan geomorfologi tercermin pada aspek keruangan dari proyek-proyek bangunan rekayasa. Studi geomorfologi yang meliputi studi tentang bentuk lahan, material penyusun dan proses geomorfologi dapat dijadikan pertimbangan dalam perencanaan pembangunan proyek-proyek rekayasa dan pertimbangan dalam pemanfaatan sumber daya lahan sehingga proyek tersebut dapat lebih awet, bermanfaat dan tidak menimbulkan kerusakan lingkungan.

Muara sungai merupakan bagian hilir dari sungai yang langsung berhubungan dengan laut atau dapat juga dikatakan sebagai daerah pertemuan sungai dan laut.

Karena posisinya ini, muara sungai berfungsi sebagai alur penghubung antara laut dan daerah yang cukup dalam di daratan, sehingga sering dimanfaatkan sebagai tempat dibangunnya pelabuhan. Selain itu muara sungai juga berfungsi sebagai pengeluaran atau pembuangan debit sungai ke laut, terutama pada waktu banjir.

Dan karena posisinya ini juga, sering dijumpai permasalahan sedimentasi di muara sungai yang dapat mengganggu muara sungai berfungsi secara baik. Sedimentasi di muara sungai terjadi akibat diendapkannya material sedimen oleh proses geomorfologi yang bekerja di daerah tersebut. Proses geomorfologi dengan tenaga utamanya berupa aliran air, gelombang, angin, dan gletser akan menghasilkan distribusi ukuran butir sedimen dan mekanisme sedimentasi (proses pengangkutan, pengendapan sedimen) yang berbeda. Pada umumnya proses geomorfologi yang dominan menyebabkan terjadinya sedimentasi di muara sungai adalah aliran air sungai dan gelombang air laut. Untuk mengetahui proses geomorfologi

yang bekerja, dilakukan analisis ukuran butir sedimen. Hubungan ukuran butir sedimen dengan mekanisme sedimentasi merupakan bagian dari ruang lingkup studi proses geomorfologi.

Atas dasar pemikiran di atas, maka dilakukan penelitian untuk mengetahui proses geomorfologi yang dominan berpengaruh terhadap sedimentasi di muara sungai. Penelitian ini mengambil muara Sungai Banyuasin sebagai lokasi studi, mengingat permasalahan sedimentasi juga dijumpai di daerah ini.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Mekanisme Sedimentasi

Mekanisme pergerakan sedimen secara umum dibagi menjadi tiga macam, yaitu traksi (bergulung atau bergeser), saltasi (melompat), dan suspensi (melayang). Partikel akan bergulung atau bergeser jika kecepatan geser aliran lebih besar dari kecepatan kritis. Apabila kecepatan geser terus meningkat, maka partikel akan terus bergerak sepanjang dasar dengan cara melompat dan biasanya disebut saltasi. Sedimen akan bergerak melayang apabila kecepatan geser dasar lebih besar dari kecepatan dasar partikel hingga gaya turbulen sebanding dengan atau lebih dari berat basah partikel (Helena, 2001). Perbedaan kecepatan aliran yang terjadi akan mempengaruhi populasi traksi, saltasi dan suspensi yang tercermin dalam distribusi ukuran butir sedimen.

2.2. Proses Geomorfologi

Geomorfologi merupakan suatu kajian yang mendeskripsikan bentuk lahan dan menyelidiki hubungan timbal balik antara bentuk lahan dan proses-proses dalam tatanan keruangannya. Dalam menerapkan geomorfologi untuk tujuan tertentu, satuan geomorfologi dijadikan kerangka dasar sebagai satuan evaluasi tiga aspek, yaitu aspek relief umum, tipe batuan dan genesis. Secara umum dikatakan tanah dan bagian-bagian yang terangkut dari suatu daerah tertentu oleh proses yang disebut sedimentasi (Arsyad, 1989). Dengan demikian sedimentasi sebagai akibat dari proses geomorfologi menarik untuk diteliti

dalam cara maupun tenaga pengangkutan sedimen.

Permukaan bumi akan selalu mengalami perubahan bentuk dari waktu ke waktu akibat dari proses geomorfologi yang bekerja, baik yang berasal dari dalam bumi (endogen) maupun dari luar bumi (eksogen). Proses eksogen tenaganya berasal dari luar bumi, tenaga yang bekerja disebut tenaga geomorfologi yaitu semua medium alami yang mampu mengikis dan mengangkut material di permukaan bumi berupa air mengalir, gletser, air tanah, gelombang dan arus laut. Selanjutnya dijelaskan proses yang bekerja pada permukaan bumi, dikenal dengan proses fluvial, marin, aeolin, dan proses glasial (Mangunsoekarjo, 1986 dalam Helena, 2001).

Proses fluvial adalah perubahan bentuk muka bumi akibat pengendapan material hasil kerja tenaga air sungai dan aliran permukaan. Proses marin adalah perubahan bentuk muka bumi akibat pengendapan material hasil kerja tenaga gelombang, arus, dan pasang surut. Sementara itu, proses aeolin adalah perubahan bentuk muka bumi akibat pengendapan material hasil kerja tenaga angin, dan proses glasial menyebabkan perubahan bentuk muka bumi akibat bekerjanya tenaga es atau gletser.

Akibat bekerjanya proses tersebut, menyebabkan terjadi proses degradasi dan aggradasi. Proses degradasi cenderung menyebabkan penurunan permukaan bumi dan terkait dengan proses pelapukan dan erosi, sedangkan aggradasi menyebabkan kenaikan permukaan bumi (sedimentasi di muara sungai).

2.3. Ukuran Butir Sedimen

Ukuran butir material endapan mempunyai pengertian semua aspek geometris dari partikel komponen batuan, termasuk besar butir, bentuk butir, dan aturan susunan (Pettijohn et al, 1963 dalam Asyirudin, 1987). Ukuran butir suatu sedimen klastis penting diketahui, karena ukuran butir ini dapat dipakai sebagai indikasi energi medium pengendapan dan lingkungan pengendapan. Secara umum sedimen berukuran kasar ditemukan dalam lingkungan energi yang tinggi, dan

sebaliknya sedimen halus ditemukan dalam lingkungan energi yang rendah.

Partikel sedimen mempunyai perbedaan ukuran dari yang terbesar hingga yang terkecil. Oleh sebab itu perlu membagi kisaran besar partikel dalam suatu urutan kelas atau tingkatan yang dikenal dengan skala ukuran butir. Dalam pembagian tingkatan pada skala tersebut, dapat digunakan satuan milimeter atau *phi* (ϕ). Wenworth berhasil membuat skala ukuran butir berdasarkan deret ukur yang membedakan tiap tingkatan dengan kelipatan dua dan menggunakan satuan milimeter, seperti yang ditampilkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Klasifikasi ukuran butir tanah menurut Wenwort

Klasifikasi	Diameter Partikel		
	mm	Satuan phi (ϕ)	
Boulder	256	-8	
Cobble	128	-7	
Kerakal (pebble)	Besar	64	-6
	Sedang	32	-5
	Kecil	16	-4
	Sangat Kecil	8	-3
Kerikil (gravel)	4	-2	
Pasir (sand)	Sangat Kasar	2	-1
	Kasar	1	0
	Sedang	0,5	1
	Halus	0,25	2
	Sangat Halus	0,125	3
Lanau (silt)	Kasar	0,063	4
	Sedang	0,031	5
	Halus	0,015	6
	Sangat Halus	0,0075	7
Lempung (clay)	Kasar	0,0037	8
	Sedang	0,0018	9
	Halus	0,0009	10
	Sangat Halus	0,0005	11
		0,0003	12

Sumber: Boggs, 1995

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Analisis Statistik Ukuran Butir Sedimen

Untuk mengetahui kisaran besar butir dalam suatu urutan kelas, dipergunakan skala besar butir Wenworth, seperti yang ditampilkan pada Gambar 2.1. Selanjutnya dibuat suatu distribusi frekuensi ukuran butir sedimen dalam masing-masing interval

kelas dalam skala ukuran *phi* (ϕ). Berikut adalah formula yang digunakan untuk menghitung parameter ukuran butir dengan metode statistik yang dirumuskan oleh McBride (1971) dalam Boggs (1995).

1. Rata-rata (**mean**)

$$\bar{x}_{\phi} = \frac{\sum f.m}{n} \dots\dots\dots (3.1)$$

2. Pemilahan (**sorting**)

$$\sigma_{\phi} = \sqrt{\frac{\sum f(m-\bar{x}_{\phi})^2}{100}} \dots\dots\dots (3.2)$$

3. Kemencengan (**skewness**)

$$Sk_{\phi} = \frac{\sum f(m-\bar{x}_{\phi})^3}{100\sigma_{\phi}^3} \dots\dots\dots (3.3)$$

4. Kurtosis

$$K_{\phi} = \frac{\sum f(m-\bar{x}_{\phi})^4}{100\sigma_{\phi}^4} \dots\dots\dots (3.4)$$

dimana:

f = distribusi frekuensi masing-masing kelas (%)

m = nilai tengah tiap kelas (ϕ)

n = jumlah sampel keseluruhan (= 100 bila f dalam %)

Adapun klasifikasi penilaian harga pemilahan, kemencengan, dan kurtosis ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Klasifikasi penilaian harga dalam metode statistik

Klasifikasi	ϕ (phi)
Pemilahan	
Pemilahan amat sangat baik	< 0,35
Pemilahan sangat baik	0,35 s.d. 0,50
Pemilahan baik	0,50 s.d. 0,70
Pemilahan sedang	0,70 s.d. 1,00
Pemilahan jelek	1,00 s.d. 2,00
Pemilahan sangat jelek	2,00 s.d. 4,00
Pemilahan amat sangat jelek	> 4,00
Kemencengan	
Kemencengan sangat kasar	< -0,3
Kemencengan kasar	-0,3 s.d. -0,1
Kemencengan simetri	-0,1 s.d. 0,1
Kemencengan halus	0,1 s.d. 0,3
Kemencengan sangat halus	> 0,3
Kurtosis	
Sangat platikurtik	< 0,67
Platikurtik	0,67 s.d. 0,90
Mesokurtik	0,90 s.d. 1,11
Leptokurtik	1,11 s.d. 1,50
Sangat leptokurtik	1,50 s.d. 3,00
Amat sangat leptokurtik	> 3,00

Sumber: Briggs, 1981 dalam Boggs, 1995

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Ukuran Butir Sedimen

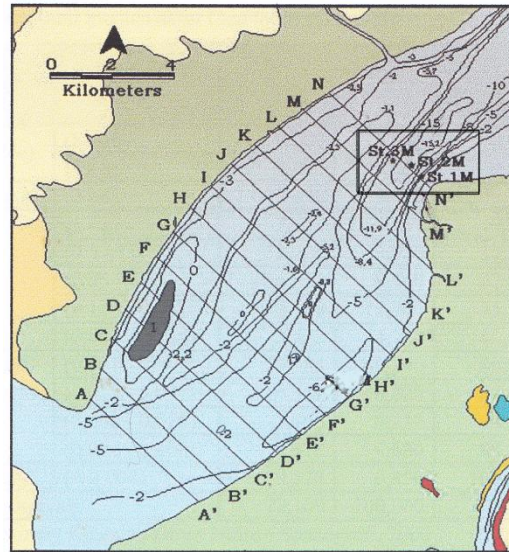
Data distribusi ukuran butir sedimen di tampilkan pada Tabel 4.1. Data tersebut merupakan sampel sedimen yang diambil di mulut muara pada tiga lokasi pengambilan sampel, yaitu pada stasiun 1M, stasiun 2M, dan stasiun 3M. Lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 4.1.

4.2. Hasil Analisis Statistik Ukuran Butir Sedimen

Analisis statistik ukuran butir sedimen dilakukan dengan menggunakan metode momen statistik. Metode ini merupakan cara untuk menganalisis data statistik yang dilakukan secara bertingkat atau bertahap dengan menggunakan persamaan seperti yang ditampilkan pada persamaan (3.1) hingga persamaan (3.4).

Dalam analisis ini dilakukan perhitungan nilai rata-rata, pemilahan, kemencengan, dan kurtosis pada masing-masing stasiun pengambilan sampel

sedimen. Hasil perhitungan analisis ini ditampilkan pada Tabel 4.2 .



Gambar 4.1. Lokasi pengambilan sampel di muara Banyuwasin

Tabel 4.1. Ukuran butir sedimen pada lokasi pengambilan sampel

Ukuran Butir (interval kelas)		Berat tertahan (gram)			Berat tertahan (%)			kumulatif tertahan (%)		
(mm)	(φ)	sta. 1M	sta. 2M	sta. 3M	sta. 1M	sta. 2M	sta. 3M	sta. 1M	sta. 2M	sta. 3M
(8 - 16)	(-4 - (-3))	0,00	0,00	4,95	0,00	0,00	5,18	0,00	0,00	5,2
(4 - 8)	(-3 - (-2))	0,00	0,00	3,83	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	9,2
(2 - 4)	(-2 - (-1))	0,00	3,90	5,44	0,00	5,41	5,69	0,00	5,41	14,9
(1 - 2)	(-1 - 0)	0,19	3,12	9,22	0,37	4,33	9,65	0,37	9,74	24,5
(0.5 - 1)	(0 - 1)	0,11	2,73	21,82	0,20	3,78	22,83	0,57	13,52	47,4
(0.25 - 0.5)	(1 - 2)	1,00	6,82	34,46	1,93	9,46	36,05	2,50	22,98	83,4
(0.125 - 0.25)	(2 - 3)	29,83	9,20	11,63	57,41	12,76	12,17	59,91	35,74	95,6
(0.063 - 0.125)	(3 - 4)	10,57	3,43	2,24	20,34	4,76	2,34	80,25	40,50	97,9
(0.031 - 0.063)	(4 - 5)	0,77	29,1	0,47	1,49	40,34	0,49	81,74	80,84	98,4
(0.015 - 0.031)	(5 - 6)	0,48	6,36	0,056	0,93	8,82	0,06	82,67	89,66	98,5
(0.008 - 0.015)	(6 - 7)	0,92	3,76	0,095	1,78	5,21	0,10	84,45	94,87	98,6
(0.004 - 0.008)	(7 - 8)	0,21	3,37	0,200	0,41	4,68	0,21	84,86	99,55	98,8
(< 0.004)	(> 8)	7,86	0,33	1,180	15,14	0,45	1,23	100,0	100,0	100
Jumlah		51,95	72,1	95,57	100,0	100,0	100,00			

Tabel 4.2. Hasil perhitungan statistik ukuran butir sedimen

No. Sampel	Posisi	Rata-rata (ϕ)	Pemilahan (ϕ)	Kemencengan (ϕ)	Kurtosis (ϕ)
1M	<u>2° 17,100' S</u> 104° 50,500' T	3,7268	2,177	1,502	3,728
2M	<u>2° 17,000' S</u> 104° 50,250' T	3,5719	2,230	-0,581	2,916
3M	<u>2° 16,900' S</u> 104° 50,000' T	0,7783	1,874	0,256	6,206

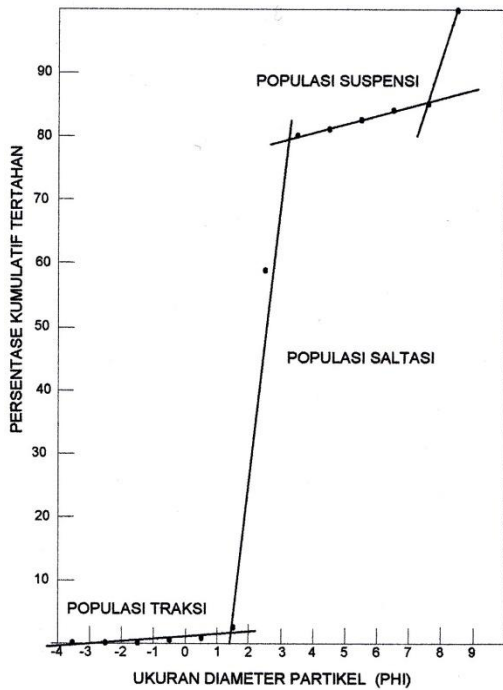
4.3. Kajian Proses Geomorfologi

Dari hasil analisis ukuran butir sedimen muatan dasar didapat nilai-nilai statistik untuk masing-masing stasiun. Nilai ϕ rata-rata pada stasiun 1M, stasiun 2M, dan stasiun 3M berturut-turut adalah sebesar 3,7268; 3,5719; 0,7783. Dari angka yang diperoleh, termasuk dalam klasifikasi pasir sangat halus pada stasiun 1M dan stasiun 2M, sementara butiran sedimen rata-rata pada stasiun 3M masuk ke dalam klasifikasi pasir kasar.

Nilai ϕ pemilahan pada stasiun 1M dan stasiun 2M sebesar 2,177 dan 2,230 termasuk dalam klasifikasi pemilahan sangat jelek. Besaran ini menunjukkan bahwa pada stasiun ini terjadi penyebaran ukuran butir sedimen yang sangat bervariasi atau dengan kata lain sebaran ukuran butir terhadap ukuran butir rata-rata memiliki nilai yang jauh. Besarnya angka pemilahan menandakan kondisi energi (kekuatan arus) yang menghasilkan sedimen pada lokasi ini relatif tidak stabil dan berfluktuasi cepat, sehingga hanya sedikit seleksi dari butiran yang tertinggal selama pengangkutan maupun pengendapan. Sementara itu pada stasiun 3M didapat nilai ϕ pemilahan sebesar 1,874 termasuk dalam klasifikasi pemilahan jelek. Bila dilihat dari klasifikasinya, stasiun 3M memiliki kondisi pemilahan ukuran butir yang sedikit lebih baik dari stasiun 1M dan stasiun 2M. Hal ini dapat diartikan bahwa kekuatan arus pada stasiun 3M sedikit lebih baik kondisinya dibanding dua stasiun lainnya.

Nilai ϕ kemencengan pada stasiun 1M adalah (+) 1,502, termasuk dalam klasifikasi kemencengan sangat halus. Angka ini menunjukkan bahwa pada stasiun ini lebih banyak jumlah sedimen yang berukuran lebih halus dari ukuran butir rata-rata. Sedangkan pada stasiun 2M, didapat nilai ϕ kemencengan sebesar (-)0,581 yang termasuk dalam klasifikasi kemencengan sangat kasar. Sebaliknya, angka ini menunjukkan bahwa pada stasiun 2M mengandung lebih banyak jumlah sedimen yang berukuran lebih kasar dari ukuran butir rata-rata. Untuk stasiun 3M, nilai ϕ kemencengan sebesar (+)0,256, termasuk dalam klasifikasi kemencengan halus. Seperti halnya pada stasiun 1M, nilai ini pun masih menjelaskan bahwa pada stasiun 3M mengandung lebih banyak jumlah sedimen yang berukuran lebih halus dari ukuran butir rata-rata.

Pada stasiun 1M dan stasiun 3M dengan nilai ϕ kurtosis sebesar 3,728 dan 6,206, memiliki kelas klasifikasi kurtosis amat sangat leptokurtik. Hal ini berarti kurva distribusi ukuran butir pada stasiun ini memiliki puncak kurva yang amat sangat runcing. Sementara itu, pada stasiun 2M diperoleh nilai ϕ kurtosis sebesar 2,916. Angka ini digolongkan dalam klasifikasi kurtosis sangat leptokurtik dan menunjukkan bentuk puncak kurva distribusi ukuran butir yang sangat runcing.



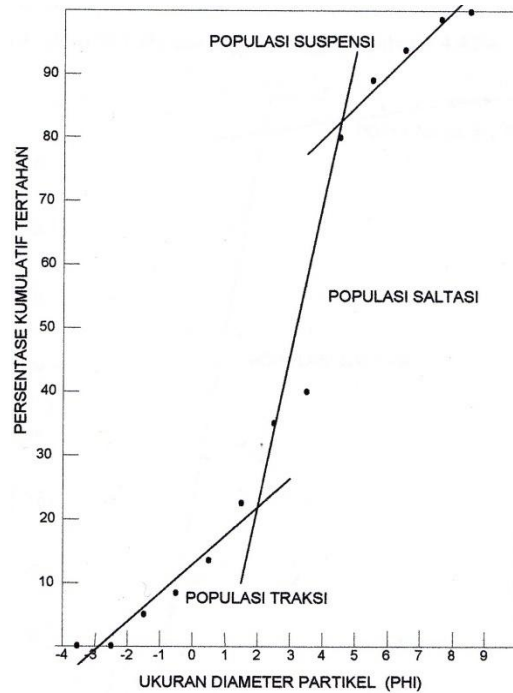
Gambar 4.2. Populasi sedimen Sta. 1M

Selanjutnya Gambar 4.2 di atas menampilkan hubungan kurva distribusi ukuran butir sedimen dengan populasi pergerakan sedimen yang terjadi pada stasiun 1M.

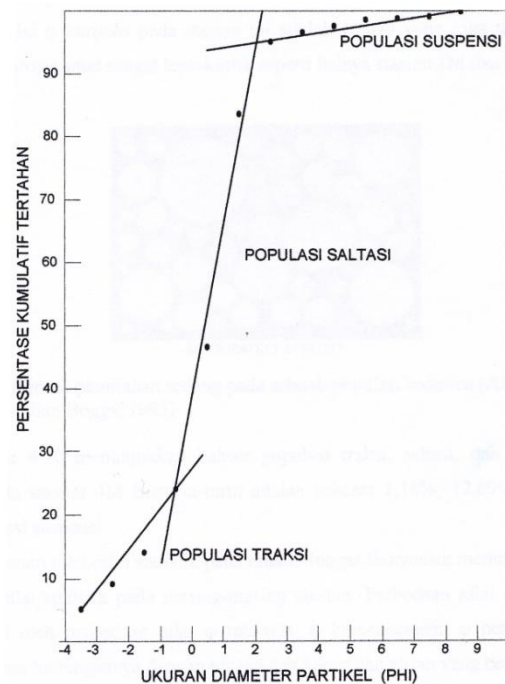
Dari grafik di atas muncul tiga populasi normal yaitu populasi traksi, saltasi, dan suspensi. Persentase populasi traksi yang terdapat pada stasiun 1M sebesar 2,5%; populasi saltasi 77,75%; dan populasi suspensi 19,75%. Pada populasi suspensi yang terjadi, terlihat kenaikan persentase distribusi ukuran butir yang cukup linier. Hal ini dapat diinterpretasikan bahwa pada populasi suspensi dalam selang waktu tertentu terjadi proses perubahan kecepatan aliran yang relatif sama.

Pada Gambar 4.3 menunjukkan besarnya populasi traksi, saltasi, dan suspensi yang terdapat pada stasiun 2M dengan persentase masing-masing populasi berturut turut adalah 22,98%; 57,86%; dan 19,16%.

Sedangkan populasi pergerakan sedimen yang terjadi pada stasiun 3M dapat dilihat pada Gambar 4.4 di bawah ini dengan persentase populasi traksi sebesar 24,52%, populasi saltasi sebesar 71,05% dan populasi suspensi sebesar 4,43%.



Gambar 4.3. Populasi sedimen Sta. 2M



Gambar 4.4. Populasi sedimen Sta. 3M

Dari grafik hubungan antara distribusi ukuran butir sedimen dengan populasi pergerakan sedimentasi dapat disimpulkan bahwa proses geomorfologi yang paling dominan berpengaruh terhadap sedimentasi di muara Sungai Banyuasin adalah proses fluvial dengan tenaga geomorfologi berupa

aliran sungai. Hal ini ditunjukkan dengan dominasi populasi saltasi yang terjadi dan kecilnya populasi suspensi yang hanya kurang dari 20%. Dominasi populasi saltasi ini diinterpretasikan terjadi karena kecepatan (tenaga) aliran sungai cukup besar sehingga mampu membawa material saltasi menuju mulut muara dalam jumlah besar. Kondisi energi dan pola distribusi ukuran butir sedimen yang demikian merupakan ciri yang dikemukakan oleh Visher (1969) dalam Reineck dan Singh (1975) untuk menjelaskan tentang lingkungan sedimentasi yang didominasi oleh tenaga fluvial.

5. KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil analisis statistik ukuran butir sedimen yang terdapat di muara Sungai Banyuasin menunjukkan rata-rata ukuran butir sedimen yang relatif sama. Hal ini terkait dengan kemampuan aliran sungai yang menuju ketiga lokasi pengendapan di mulut muara relatif sama kecepatannya dalam melakukan pemilahan ukuran butir sedimen.
2. Hasil analisis distribusi ukuran butir sedimen menunjukkan bahwa proses geomorfologi yang dominan terjadi di muara Sungai Banyuasin adalah proses fluvial. Hal ini terlihat dari kecenderungan pola distribusi ukuran butir sedimen, dimana populasi sedimentasi didominasi oleh populasi saltasi.

6. DAFTAR PUTAKA

1. Arsyad, S., 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB Press.
2. Asyrudin, I., 1987. *Studi Proses Geomorfologi dengan Pendekatan Analisis Mineral dan Ukuran Butir di Alur dan Kolam Pelabuhan Samudera Tanjung Emas Semarang dan Sekitarnya*. Skripsi S1. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
3. Boggs, S.JR., 1995. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*. New Jersey.
4. Helena, S., 2000. *Sumbangan Sedimen dari Sub DAS Panasen dan Noongan*

- terhadap Pendangkalan Danau Tondano di Sulawesi Utara*. Tesis S2. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
5. Reineck, H-E., Singh, 1975. *Depositional Sedimentary Environments*. Berlin: Springer Verlag New York Heidelberg.