

Sediment Transport and Economic Social Effect of Bowone People Mining Sangihe Islands Regency

(*Transpor Sedimen serta Dampak Sosial Ekonomi terhadap Tambang Rakyat Kampung Bowone Kabupaten Kepulauan Sangihe*)

Eunike Irene Kumaseh^{*1}, Costantein Imanuel Sarapil¹ dan Ganjar Ndaru Ikhtiagung²

¹Program Studi Teknologi Penangkapan Ikan Jurusan Perikanan & Kebaharian, Politeknik Negeri Nusa Utara, Jl. Kesehatan No. 1 Kelurahan Sawang Bendar, Tahuna, 95812

²Politeknik Negeri Cilacap, Jl. Dr. Soetomo No.1, Karangcengis, Sidakaya, Kec. Cilacap Sel., Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah 53212

*Corresponding author: eunikeirene89@gmail.com

Manuscript received: 16 June 2023. Revision accepted: 16 July 2023.

Abstract

This study aims to determine the magnitude of the sedimentation rate and the prediction of sediment transport in Binebas Bay as the scope of the Bowone people's mine run-off disposal area, as well as the socio-economic impacts on the community and especially for fishermen. Sediment diameter measurements were carried out by taking sediment samples at each station using a sediment trap. Sediment traps made of pipes will be installed at each station and the height of the sediment will be measured using a ruler every 2 weeks for 3 months. The research data were analyzed using the comparative method, namely the results of measuring the sediment rate in the field compared to the calculation results according to Engelund. The sediment rate in the waters of Binebas Bay which is close to the people's mining in Bowone Village is 0,058943 m³/year. Sediment transport in the waters of Binebas Bay is $q_T = 1,28 \times 10^{-5}$ m³/m*s. Sedimentation is still relatively low (small) in the waters of Binebas Bay. Socially, people's mining activities in Kampung Bowone have a positive impact where there is the availability of employment opportunities for the community. Economically, people's mining activities increase people's income. However, the negative impact is environmental damage.

Keywords: sediment transport; socio-economic impact; people's mine; Bowone village; Sangihe Islands

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya laju sedimentasi dan prediksi transport sedimen di Teluk Binebas sebagai lingkup wilayah buangan *run-off* tambang rakyat Bowone, serta dampak sosial ekonomi bagi masyarakat dan khususnya bagi nelayan. Diameter sedimen diukur dengan mengambil sampel di tiap Stasiun. Perangkat sedimen dibuat dari pipa dan diukur tinggi sedimennya tiap 2 minggu selama 3 bulan. Data penelitian dianalisis kemudian dilakukan komparasi antara hasil pengukuran laju sedimentasi di lapangan dengan hasil perhitungan transportasi sedimen menurut Metode Engelund. Laju sedimen di perairan Teluk Binebas yang dekat dengan pertambangan rakyat Kampung Bowone yaitu sebesar 0,058943 m³/tahun. Transpor sedimen di perairan Teluk Binebas yaitu $q_T = 1,28 \times 10^{-5}$ m³/m*s. Sedimentasi masih tergolong rendah (kecil) di perairan Teluk Binebas. Secara sosial, kegiatan pertambangan rakyat di Kampung Bowone memberikan dampak yang positif dimana terdapat ketersediaan lapangan kerja bagi masyarakat. Secara ekonomi, kegiatan pertambangan rakyat meningkatkan pendapatan masyarakat. Namun, dampak negatifnya adalah kerusakan lingkungan.

Kata kunci: *transport sedimen; dampak sosial ekonomi; tambang rakyat; kampung bowone; kepulauan sangihe*

INTRODUCTION

Analisis angkutan sedimen merupakan metode perhitungan tingkat sedimentasi serta dampak yang

ditimbulkan dan solusi pengendalian akibat kerusakan yang ditimbulkan (Sudira, dkk, 2013). Transportasi sedimen terjadi oleh karena adanya gelombang, arus dan

pasang-surut. Sedimentasi pada wilayah pantai disebabkan oleh sedimen yang dibawa oleh air laut dimana kondisi ini juga berpotensi untuk merusak terumbu karang serta membentuk terjadinya pendangkalan di muara sungai yang menyebabkan terganggunya sistem transportasi nelayan (Triyatno, 2014). Laju transportasi sedimen dipengaruhi oleh diameter sedimen, kemiringan pantai, gelombang, dan arus (Astuti, dkk, 2016).

Wilayah Kabupaten Kepulauan Sangihe termasuk dalam wilayah administrasi Propinsi Sulawesi Utara (BPS Kabupaten Kepulauan Sangihe, 2019). Pada tahun 2015, kegiatan penambangan rakyat di wilayah Kampung Bowone Kecamatan Tabukan Selatan Tengah dimulai, seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Kegiatan penambangan di bagian selatan Kabupaten Kepulauan Sangihe ini, menggunakan bahan kimia terlarut Sianida yang berpotensi merusak lingkungan, dan

run-off dari tambang rakyat tersebut mengalir ke perairan di Teluk Binebas. Kumaseh, dkk (2017) telah melakukan penelitian laju sedimentasi di Kampung Salurang sebagai dampak tambang rakyat di bagian hulu, tepatnya di Kampung Kawiwi – Pintareng, dengan hasil yang diperoleh yaitu pada Stasiun 1 memiliki laju sedimentasi $\pm 0,27 \text{ m}^3/\text{tahun}$ dan Stasiun 2 $\pm 0,14 \text{ m}^3/\text{tahun}$. Kondisi ini tentu sangat memprihatinkan. Sehingga, dengan adanya tambang rakyat di Kampung Bowone, hal ini mendorong tim peneliti untuk melakukan kajian terhadap laju sedimentasi di sekitar wilayah tambang. Tujuan penelitian ini yaitu mengukur laju sedimentasi dan prediksi transport sedimen di Teluk Binebas sebagai lingkup wilayah buangan *run-off* tambang rakyat Bowone, serta dampak sosial ekonomi bagi masyarakat.



Figure 1. The map for sampling location

Romdania (2010) melakukan penelitian tentang laju sedimentasi di wilayah perairan *Water Front City*, kota Bandar Lampung dengan hasil yaitu terjadi tumpukan sedimen yang besar di sekitar kawasan Pelabuhan Panjang. Astuti, dkk (2016) menyatakan bahwa hasil potensi angkutan sedimen signifikan berkisar $0 - 1051,34 \text{ m}^3/\text{hari}$ di wilayah perairan Timbulsloko Kabupaten Demak, Jawa Tengah. Dwianti, dkk (2017) menyatakan bahwa jenis sedimen di Perairan Pelabuhan Cirebon yaitu sedimen pasir

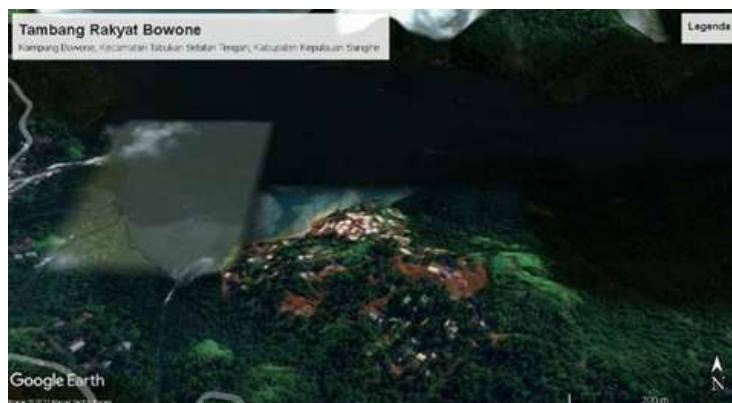
dan pasir lanau. Menurut Pratama, dkk (2019) diperoleh debit sedimen dengan metode Rottner yaitu $\pm 2,1 \times 10^7 - 3,8 \times 10^7 \text{ ton/tahun}$ dengan pengamatan waktu 1 tahun, 2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun di Sungai Sombe, Kota Palu, Sulawesi Tengah. Wisha & Gemilang (2019) juga melakukan penelitian tentang tingkat rata-rata laju sedimentasi dan transport sedimen di kawasan pantai Kecamatan Brebes dan diperoleh hasil total transport sedimen sebesar $43,88 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$. Menurut Kumaseh, dkk (2020) besarnya

transportasi sedimen pada St.1 \pm 0,00000291 ($m^3/m*s$), St.2 \pm 0,00000697 ($m^3/m*s$), dan St.3 \pm 0,0000072 ($m^3/m*s$) di wilayah perairan Teluk Tahuna, Kabupaten Kepulauan Sangihe. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju sedimentasi dan besarnya transport sedimen di Teluk Binebas serta dampak sosial ekonomi bagi nelayan dan strategi pengelolaan wilayah pesisir.

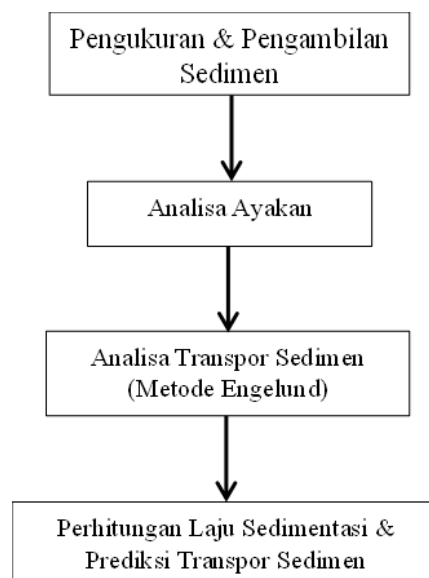
METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan April – September 2022 di Teluk Binebas

(Gambar 2) Kecamatan Tabukan Selatan Kabupaten Kepulauan Sangihe, Propinsi Sulawesi Utara. Pada Gambar 2 dapat dilihat alur pengolahan data dalam penelitian ini. Ketua bertugas dalam pengambilan sampel, pengukuran sedimen, analisa ayakan dan sedimentasi, serta prediksi transport sedimen. Anggota pengurus bertugas dalam pengambilan sampel, membantu analisis data dan pelaporan. Alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 2. Lokasi penelitian.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian.

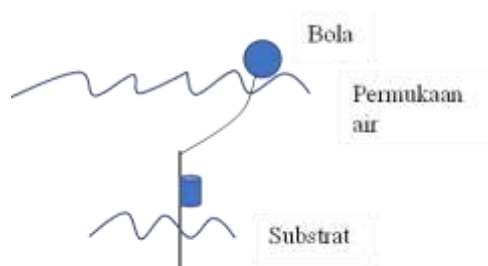
Data yang terkumpul yaitu jenis data utama dan sampingan. Data utama yaitu ukuran diameter sedimen dan perhitungan laju sedimentasi. Data primer diperoleh langsung dari pengukuran di lapangan dan

wawancara dengan masyarakat. Sedangkan, data sekunder berupa informasi yang diperoleh melalui internet, buku dan literatur lainnya. Lokasi penelitian dibagi menjadi 2 titik pengambilan sampel,

Stasiun A dan Stasiun B, ditunjukkan pada Gambar 2. Kedua alat perangkap sedimen diletakkan dekat dengan lokasi tambang rakyat.

Kedua alat perangkap sedimen (*sediment trap*) dibuat dari pipa paralon, kemudian dilakukan pengukuran tingkat sedimentasi dalam jangka waktu setiap 2 minggu selama 3 bulan. Tinggi sedimen diukur bersamaan dengan pengukuran arus. Total ada 6 kali pengukuran di

lapangan. Susunan *sediment trap* yaitu besi ± 2 m yang dipasang pipa paralon sebagai wadah untuk mengumpulkan sedimen yang melayang (Gambar 4). *Sediment trap* dibenamkan ± 80 cm ke substrat. Jarak dari permukaan dasar tanah ke *sediment trap* ± 30 cm. Kemudian, pada bagian atas perangkap sedimen dipasang bola plastic sebagai penanda lokasi pemasangan alat *sediment trap*.



Gambar 4. Konstruksi Perangkap Sedimen

Hidayat, dkk (2014) mengemukakan konstruksi perangkap sedimen merupakan *suspended sampler* yang dibuat untuk menangkap sedimen melayang (*suspended load*). Tetapi, dimodifikasi sesuai kondisi di lapangan. Dan, dipasang bola (plastik) sebagai penanda adanya alat perangkap sedimen.

Dalam menghitung laju sedimentasi menggunakan rumus di bawah ini.

$$v = \frac{\pi r^2 h}{t}$$

dimana v = laju sedimentasi, π = konstanta, r = jari-jari pipa, h = tinggi sedimen dalam pipa, dan t = lama waktu (Manoppo, 2014). Kemudian, rata – rata laju sedimentasi dihitung dengan menggunakan metode perhitungan berikut ini.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

dimana \bar{x} = rata – rata, x_i = suku ke – i , dan n = total data.

Analisa ayakan atau analisa saringan adalah mengayak dan menggetarkan sampel tanah yang diambil melalui satu set ayakan dimana lubang – lubang ayakan tersebut semakin kecil secara berurutan. Mula – mula sampel dikeringkan, kemudian semua gumpalan dipecah menjadi partikel – partikel yang lebih kecil lalu diayak dalam

percobaan di laboratorium. Setelah cukup waktu untuk mengayak dengan cara getaran, massa tanah yang tertahan pada setiap ayakan ditimbang. Bagian padat yang tertahan pada setiap ayakan dikumpulkan sendiri – sendiri. Kemudian, masing – masing ayakan beserta tanahnya dikeringkan dalam oven, dan kemudian berat tanah kering tersebut ditimbang. Hasil – hasil dari analisis ayakan biasanya dinyatakan dalam persentase dari berat total (Das, dkk, 1995).

Menurut Rukmana, dkk (2017), tanah yang tertahan pada masing – masing saringan ditimbang dan selanjutnya dihitung persentase tanah yang tertahan pada saringan tersebut. Bila W_i adalah berat tanah yang tertahan pada saringan ke- i (dari atas susunan saringan) dan W adalah berat total, maka persentase berat yang tertahan adalah:

$$\% \text{ Berat yang tertahan} = \frac{W_i}{W} \times 100\%$$

Data penelitian dianalisis dengan metode komparatif yaitu hasil pengukuran laju sedimen di lapangan dibandingkan dengan hasil perhitungan menurut Engelund. Perhitungan transport sedimen menggunakan metode perhitungan yang

dikemukakan oleh Engelund (Suntoyo, 2014) sebagai berikut.

$$q_T = 0,05U^2 \sqrt{\frac{d_{50}}{(s-1)g}} \left(\frac{\tau_b}{(\rho_s - \rho)gd_{50}} \right)^{1,5}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pengukuran laju sedimentasi dilakukan dengan titik koordinat 87° BT dan 310° LU. Analisis sampel sedimen dilakukan dengan melakukan proses pengayakan dan pemipetan kemudian diplot ke grafik *sieve analysis*. Pada

Gambar 5, untuk diketahui jenis sedimen dan ukuran d_{50} atau nilai tengah ukuran butir sebagai input dasar dalam perhitungan transport sedimen. Berdasarkan pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa ukuran butiran sedimen di perairan Teluk Binebas yaitu pasir kasar (*coarse sand*) sebesar 45,16 %.

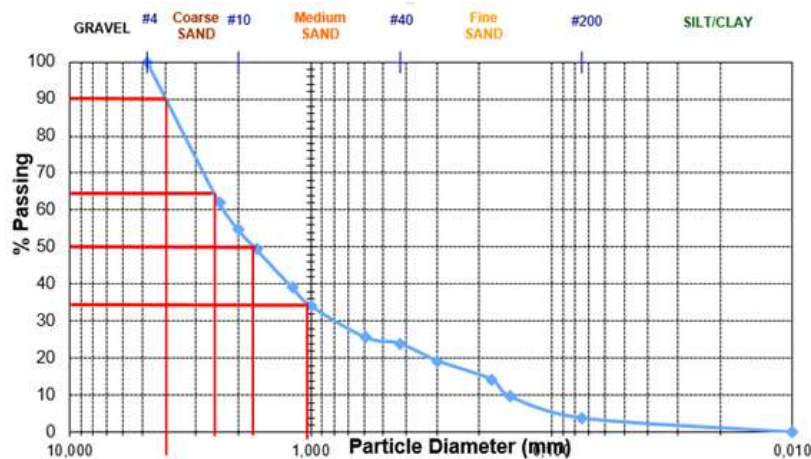
Berdasarkan analisa data pada Gambar 5, diperoleh kategori partikel di wilayah perairan Teluk Binebas, ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Laju Sedimentasi

No.	Tanggal	Keterangan	Hasil Pengamatan
1	22 Juli 2022	Pemasangan Alat	
2	5 Agustus 2022	Pengukuran I	St.1 = 2,5 cm = 0,25 m
3	23 Agustus 2022	Pengukuran II	St.1 = 1,5 cm = 0,15 m
4	5 September 2022	Pengukuran III	-
5	19 September 2022	Semua alat yg dipasang hilang	

Tabel 2. Hasil Perhitungan Laju Sedimen.

Stasiun	<i>h</i> (m)	<i>V</i> (m ³)	<i>v</i> (m ³ / hari)	<i>v</i> (m ³ / tahun)
1	0,25	0,002826	0,000202	0,073678
	0,15	0,001696	0,000121	0,044207
	Rata-rata		0,000162	0,058943



Gambar 5. Analisa diameter partikel

Grain Size Distribution Curve Results:		Kategori
% Gravel:	0,00	Kerikil
% Coarse Sand :	45,16	Pasir kasar
% Medium Sand :	30,86	Pasir sedang
% Fine Sand :	20,16	Pasir halus
% Fines :	3,83	Pasir sangat halus

Pada Tabel 4, dapat dilihat bahwa hasil pengukuran diameter sedimen, khususnya d_{50} yang digunakan dalam perhitungan.

Perhitungan transport sedimen dilakukan berdasarkan metode Engelund. Pada Tabel 5 dapat dilihat ringkasan hasil perhitungan transport sedimen dengan menggunakan Metode Engelund.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Diameter Sedimen

Ukuran Sedimen	St. 1 (mm)	m
d_{35}	1,10	0,0011
d_{50}	1,80	0,0018
d_{65}	2,55	0,0026
d_{90}	4,00	0,0040

Perhitungan transport sedimen dilakukan berdasarkan metode Engelund sebagai berikut.

$$q_T = 0.05U^2 \sqrt{\frac{d_{50}}{(s-1)g} \left(\frac{\tau_b}{(\rho_s - \rho)gd_{50}} \right)^{1.5}}$$

dimana $\rho_s = 2650 \text{ kg/m}^3$, $\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$, $d_{50} = 0,0018$, $g = 9.81$, $s = \frac{\rho_s}{\rho} = \frac{2650}{1025} = 2.58$,
 $U = 1 \text{ m/s}^2$, $h = 1,5 \text{ m}$,

$$\tau_b = \frac{1}{2}\rho \left(\frac{0.06}{\left(\log \left(\frac{12h}{2.5d_{50}} \right) \right)^2} \right) U^2$$

$$\tau_b = \frac{1}{2}(1025) \left(\frac{0,06}{\left(\log \left(\frac{12(1,5)}{2,5(0,0018)} \right) \right)^2} \right) (1)^2$$

$$\tau_b = 512.5 \left(\frac{0,06}{\left(\log \left(\frac{18}{0,0045} \right) \right)^2} \right) 1$$

$$\tau_b = 512,5 \left(\frac{0,06}{(\log(4000))^2} \right) = 512,5 \left(\frac{0,06}{(3,6021)^2} \right) = 512,5 \left(\frac{0,06}{12,9748} \right) = 2,37 \text{ N/m}^2$$

Sehingga diperoleh,

$$q_T = 0.05U^2 \sqrt{\frac{d_{50}}{(s-1)g} \left(\frac{\tau_b}{(\rho_s - \rho)gd_{50}} \right)^{1.5}}$$

$$q_T = 0,05(1)^2 \sqrt{\frac{0,0018}{(2,58-1)9,81} \left(\frac{2,37}{(2650-1025)9,81(0,0018)} \right)^{1.5}}$$

$$q_T = 0,05\sqrt{0,000116} \left(\frac{2,37}{28,69425} \right)^{1.5}$$

$$q_T = 0,05(0,01077)(0,082594945)^{1.5}$$

$$q_T = 0,05(0,01077)(0,023737239) = 1,28 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{s}$$

Tabel 5. Prediksi Transpor Sedimen berdasarkan Metode Engelund.

Total Sedimen	St. 1
d_{50} (m)	1,80
h (m)	1,5
τ_b (N/m ²)	2,37
q_T (m ³ /m*s)	$1,28 \times 10^{-5}$

Pembahasan

Berdasarkan pada Tabel 1, laju sedimentasi yang terjadi di Teluk Binebas, yang dekat dengan wilayah Tambang Rakyat Bowone, dapat dikatakan kecil. Kegiatan tambang rakyat belum berpengaruh secara signifikan terhadap sedimentasi di perairan Teluk Binebas. Pada Gambar 6 dapat dilihat salah satu lokasi buangan material tambang, air yang keruh dengan tingkat kecerahan yang rendah. Jika kondisi ini berlangsung terus menerus, maka dapat menyebabkan kerusakan lingkungan yang lebih besar.

Berdasarkan hasil perhitungan transport sedimen yang diperoleh, menunjukkan bahwa nilai transport sedimen di perairan Teluk Binebas yaitu

$q_T = 1,28 \times 10^{-5}$ m³/m*s. transport sedimen yang terjadi di wilayah perairan Teluk Binebas, yang dekat dengan tambang rakyat Kampung Bowone, masih tergolong kecil. Menurut Kumaseh, dkk (2020), Metode Engelund-Hansen lebih mendekati nilai pengamatan laju sedimentasi di lapangan untuk perhitungan transport sedimen di wilayah Perairan Teluk Tahuna. Pemerintah dapat terus mengawasi pembuangan limbah sedimen ke perairan Teluk Binebas. Hasil perhitungan ini masih perlu dilakukan kajian lebih dalam dengan memperhatikan curah hujan, arus dan faktor oseanografi lainnya.



Gambar 6. Warna air yang keruh.(Foto oleh Jiare Mendome)

Dampak Sosial Ekonomi

Pertambangan emas di Kampung Bowone dilakukan dalam skala kecil dan secara ilegal sehingga termasuk dalam Pertambangan Emas Tanpa Ijin (PETI). Menurut Setiana & Syahnur (2018), pertambangan emas yang dilakukan

secara ilegal bukan hanya dilakukan tanpa ijin, namun dalam prakteknya pertambangan dilakukan tanpa aturan yang jelas sehingga dapat merusak lingkungan. Secara sosial, kegiatan pertambangan rakyat di Kampung Bowone memberikan dampak yang positif untuk ketersediaan

lapangan kerja bagi masyarakat. Peralihan pekerjaan masyarakat dari nelayan atau petani menjadi penambang emas. Secara ekonomi, kegiatan pertambangan rakyat meningkatkan pendapatan masyarakat. Namun, dampak negatifnya adalah kerusakan lingkungan. Tanah yang diolah untuk tambang emas sudah tidak bisa digunakan lagi sebagai lahan pertanian. Lahan pemukiman juga menjadi sesak karena banyaknya pekerja yang datang dari luar Kampung Bowone, bahkan ada juga pekerja yang berasal dari Kotamobagu. Serta, adanya kecelakaan yang menyebabkan kematian saat melakukan kegiatan penambangan. Menurut Sudiyarti, et al. (2021), dampak negatif dari pertambangan emas rakyat yaitu keikutsertaan masyarakat dalam kegiatan social kampung mulai berkurang, menimbulkan kerusakan lingkungan seperti kerusakan tanah, air dan hutan.

Kesimpulan

Laju sedimen di perairan Teluk Binebas yang dekat dengan pertambangan rakyat Kampung Bowone yaitu sebesar $0,058943 \text{ m}^3/\text{tahun}$. Transpor sedimen di perairan Teluk Binebas yaitu $q_T = 1,28 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{s}$. Sedimentasi masih tergolong rendah (kecil) di perairan Teluk Binebas. Secara sosial, kegiatan pertambangan rakyat di Kampung Bowone memberikan dampak yang positif dimana terdapat ketersediaan lapangan kerja bagi masyarakat. Secara ekonomi, kegiatan pertambangan rakyat meningkatkan pendapatan masyarakat. Namun, dampak negatifnya adalah kerusakan lingkungan.

Saran

Penelitian ini bisa dilakukan lebih mendalam dengan memperhatikan pengaruh dari faktor arus, pasang surut, intensitas curah hujan dan lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh DIPA Politeknik Negeri Nusa Utara. Tim penulis menyampaikan terima kasih kepada Direktur & Pusat Penelitian & Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) yang sudah memfasilitasi terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, E. H., Ismanto, A., & Saputro, S. 2016. Studi Pengaruh Gelombang terhadap Transport Sedimen di Perairan Timbulsloko Kabupaten Demak Jawa Tengah. *Jurnal Oseanografi*, 5(1): 77-85
- Coastal Engineering Manual .2001. Fundamental of Design: US Army Corps of Engineers*
- Das, B. M., Endah, N., & Mochtar, I. B. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip – Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Erlangga: Jakarta
- Dwianti, R. F., Widada, S., & Hariadi. 2017. Distribusi Sedimen Dasar di Perairan Pelabuhan Cirebon. *Jurnal Oseanografi*, 6(1): 228-235
- Hidayat, dkk. 2014. Analisis Laju Sedimentasi di Daerah Padang Lamun dengan Tingkat Kerapatan Berbeda di Pulau Panjang, Jepara. *Diponegoro Journal of Maquares, Management of Aquatic Resources*, 3(3): 73-79
- Kumaseh, E. I., Kaim, M. A., & Tatontos, Y. V. 2017. Laju Sedimentasi di Perairan Kampung Salurang Kabupaten Kepulauan Sangihe. *Jurnal Ilmiah Tindalung*, 3(2): 49-54
- Kumaseh, E. I., Tatontos, Y. V., & Sarapil, C. I. 2020. Prediksi Transpor Sedimen di Perairan Teluk Tahuna Kabupaten Kepulauan Sangihe. *Journal of Marine Research*, 9(3): 207-214
- Manoppo, Lefrand. 2014, "Optimalisasi Pengelolaan Sumberdaya Ikan Selar (Selaroides Leptolepis) Melalui Penguatan Kearifan Lokal Melombo di desa Salurang Kabupaten Kepulauan Sangihe", Program Pascasarjana, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.
- Pratama, M. I., Legono, D., & Rahardjo, A. P. 2019. Analisis Transpor Sedimen serta Pengaruh Aktivitas Penambangan pada Sungai Sombe, Kota Palu, Sulawesi Tengah. *Jurnal Teknik Pengairan*, 10(2): 84-96
- Romdania, Y. 2010. Analisis Kasus

- Sedimentasi di Tiga Titik Kawasan *Water Front City*. Jurnal Rekayasa, 14(1): 57-66
- Rukmana, A. Y., Ikhsan, J., & Harsanto, P. 2017. Pengukuran Angkutan Sedimen Dasar pada Aliran Sungai Progo menggunakan Alat *Helley Smith* (Titik Tinjauan Sungai Progo di Jembatan Kebon Agung I dan Kebon Agung II). Tugas Akhir. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Setiana, Nelli & Syahnur, Sofyan. 2018. Dampak Pertambangan Emas terhadap Kehidupan Sosial Ekonomi dan Lingkungan Masyarakat di Kecamatan Beutong Kabupaten Nagan Raya. Jurnal Ilmiah Mahasiswa (JIM) Ekonomi Pembangunan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Unsyiah, 3(4): 584 – 594
- Sudira, I W., Mananoma, T., & Manalip, H. 2013. Analisis Angkutan Sedimen pada Sungai Mansahan. Jurnal Ilmiah Media Engineering, 3(1): 54-57
- Sudiyarti, N., Fitriani, Y., & Jusparnawati. 2021. Analisis Dampak Sosial Ekonomi Keberadaan Tambang Emas Rakyat terhadap Masyarakat Desa Lito. Jurnal Ekonomi & Bisnis, 9(2): 152 – 160
- Suntoyo. 2014. Mekanika dan Teknologi Transportasi Sedimen. Jurusan Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset: Yogyakarta
- Triyatno. 2014. Transportasi Sedimen Pantai Padang Sumatera Barat. Jurnal Geografi, 3(2): 77-84
- Wisha, U. J., & Gemilang, W. A. 2019. Estimasi Transpor Sedimen di Perairan Kecamatan Brebes, Jawa Tengah Berdasarkan Laju Sedimentasi dan Pendekatan Model Numerik. Jurnal Geologi Kelautan, 17(1): 49-62