

Studi tentang kondisi Hidro-Oseanografi dan Bathimetri Pantai Bajo – Popareng, Kabupaten Minahasa Selatan

Oleh:

Drs. Mithel Kumajas, M.Si¹

Joyce Ch. Kumaat, S.Pi., M.Sc²

Agnes Moningkey, S.Pd³

Abstract

Important to management of coastal area, drawn by destroying of almost most its good coastal area and also existence form unfold its nature. This study aim, to study physical parameter like sea current, tidal and bathymetry in coast of Bajo and Popareng. From result of research, surface current distribution has speed 0.01 - 0.9 m / sec in 18 experiment sample. While, maximum current (U_{max}) measured at deepness 0.8d is equal to 0.60 m/sec. Hereinafter, tidal type from result of tidal harmonic analysis during 15 days observation shown by ratio of $Formzahl$ is 0.40 interpreted as semi-diurnal tide, that is one day there are twice high water and twice low tide. Furthermore, information about bathymetric survey at Bajo and Popareng beach, deepness variation shown with coastal morphology identified from 49 profiles follow the example of steep and sloping coast.

Key words: coastal, harmonic analysis, Formzahl index, Bathymetri, morphology

1. Pendahuluan.

Pemanfaatan dan pengelolaan wilayah pesisir pada satu dasawarsa terakhir menjadi perhatian, dimana telah terjadi degradasi lingkungan pesisir besar - besaran seperti erosi pantai dan rusaknya ekosistem wilayah pesisir (mangrove, terumbu karang dan estuaria). Pengrusakan Daerah Aliran Sungai (DAS), turut memicu terjadinya penumpukan sedimen di muara sungai (pengendapan) sehingga menyebabkan wilayah pesisir menjadi sangat rentan dan ringkih. Pemahaman pentingnya pengelolaan wilayah pesisir membutuhkan penanganan yang berkelanjutan (*Integrated*), salah satu aspek lingkungan yang penting untuk di ketahui agar pengelolaan sumberdaya dapat dilaksanakan dengan tepat adalah dengan memahami dinamika perairan. Hal ini disebabkan karena perairan berupa fluida tidak mengenal batas administrasi atau ekologi, sehingga jika diperairan disuatu lokasi tercemar maka dampaknya akan tersebar di wilayah sekitar. Dampak tersebut dapat di atasi atau di cegah dengan mengetahui pola gerakan massa airnya. Dinamika perairan tersebut dapat diketahui dengan mengenal parameter-parameter oseanografi perairan yang di maksud (Pariwono, 2002). Perairan pantai Bajo – Popareng merupakan bagian dari Teluk Amurang, adalah perairan yang banyak di manfaatkan oleh masyarakat setempat sebagai daerah perikanan tangkap (*fishing ground*), budidaya (*mariculture*), transportasi (*transportation*), dan juga sebagai daerah wisata (*tourism*). Perairan lautnya sebagian masuk di dalam wilayah Taman Nasional Bunaken yaitu di perairan Popareng yang berbatasan langsung dengan wilayah perairan pantai Bajo. Berbagai kegiatan tersebut akan menyebabkan peningkatan jumlah bahan pencemar serta pengaruh terhadap kondisi eksisting alamiah pantai. Dengan dasar pemikiran tersebut maka perlu dilakukan kajian kondisi hidro-oseanografis dan bathimetri pantai Bajo dan Popareng untuk keperluan perencanaan pengelolaan wilayah pesisir Kabupaten Minahasa Selatan. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji parameter fisik perairan seperti Arus Laut (*Sea Current*) dan Pasang Surut (*Tide*), juga mengkaji bentuk bentang alam pesisir (*coastal morphology*) dengan melakukan pengukuran kedalam laut (bathimetri).

¹ Staf Pengajar Jurusan Geografi dan Ketua Pusat Kajian Wilayah Pesisir dan DAS, Universitas Negeri Manado

² Staf Pengajar Jurusan Geografi, Universitas Negeri Manado

³ Staf Laboratorium Sistem Informasi Geografis, Jurusan Geografi, Universitas Negeri Manado

2. Metodologi

2.1 Wilayah Studi

Perairan pantai Bajo dan Popareng berada di bagian dalam Teluk Amurang yang memanjang dari arah selatan ke utara sepanjang ± 5 km adapun posisi geografis wilayah pesisirnya adalah $1^{\circ} 16'13.63''$ LU dan $124^{\circ}34'22.79''$ BT sampai $1^{\circ} 16'47.26''$ LU dan $124^{\circ}32'15.76''$ (Gambar 1). Secara administratif, Desa Bajo dan Popareng masuk dalam wilayah kecamatan Tatapaan. Wilayah ini adalah merupakan hasil pemekaran dari kecamatan Tumpaan pada tahun 2004 di Kabupaten Minahasa Selatan.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Pantai Bajo Popareng di Teluk Amurang (Sumber : Peta Bakosurtanal, 1991)

2.2 Teknik Pengukuran dan Analisis Data

Pengukuran arus laut dan pasang surut dilakukan bersamaan, dimana untuk arus pasang surut dilakukan pengukuran pada titik *on shore* dan *off shore*. Pengukuran arus laut digunakan current meter type *Flow Probe Global waters 101*, dengan sistem computerized di dalam mencatat kecepatan maksimum (*max velocity*) dan kecepatan rata-rata (*average velocity*) dalam meter/jam (mph). Sedangkan untuk arah arus di gunakan *floater* (pengapung) dengan kompas sebagai penunjuk arah. Pengambilan data arus dilakukan pada setiap titik sampling dengan tiga kedalaman ukur yaitu 0.2 d, 0.6 d dan 0.8 d (Poerbandono dan Junarsah, 2005). Selanjutnya untuk menganalisis data arus adalah menghitung arus maksimum berdasar pada rumus yang di kembangkan oleh Knauss dalam Poerbandono dan Junarsah (2005) yaitu:

$$u_{\max} = A \sqrt{\frac{g}{d}}$$

dimana: u_{\max} = kecepatan maksimum arus pasut (m/det), A = amplitudo pasut, g = akselerasi karena gravitasi bumi dan d = kedalaman perairan. Sebaran arus permukaan di gunakan metode *langrangian* (Thomson *et al*, 1981) yaitu dengan melakukan pengukuran arus pada setiap titik ukur (sampling) yang di tetapkan terlebih dahulu dengan menggunakan GPS type Garmin C60. Pemetaan sebaran arus permukaan (*surface current dispersion*) digunakan perangkat lunak Surfer 8.0 dengan metode *kriging*.

Pengamatan pasang surut laut dilakukan 14 dan 29 hari bulan (piantan – *lunar days*) secara terus menerus, data-data hasil pengukuran disajikan dalam bentuk komponen harmonik pasang surut yang di analisis dengan metoda *admiralty* (Pariwono, 1996). Penerapan metoda *admiralty* ini dimaksudkan untuk observasi data-data harian pendek. Data-data harian pasang surut kemudian di analisa konstanta harmonik pasang surut dimodelkan dengan persamaan (Poerbandono dan Junarsah, 2005):

$$y_b = A_b \cos(\omega t + \phi)$$

Dengan y_b = tinggi muka air laut saat t , A_b = amplitudo pasut, ω = kecepatan sudut ($2\pi f$, t = waktu dan ϕ = keterlambatan fase. Untuk analisa tipe pasut (*Nisbah Formzahl*) di lokasi penelitian digunakan persamaan (Defant dalam Poerbandono dan Junarsah, 2005) yang dinyatakan dengan:

$$F = \frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2}$$

Dimana, berdasarkan nisbah Formzahl dapat dikelompokkan kedalam tipe pasut dengan bentuk nilai $0 < F < 0,25$ adalah pasut harian ganda murni, $0,25 < F < 1,5$ Campuran berganda, $1,5 < F < 3$ Campuran tunggal dan $F > 3$ tunggal murni. Adapun pengamatan pasang surut di gunakan rambu ukur (*tide pole*) dengan skala cm .

Pemeruman atau bathimetri, prosedur pelaksanaannya dengan mengikuti *IHO standarts for Hydrographics Survey* (Djunarsjah, 2001). Pelaksanaan pemeruman di gunakan *video-sounder* merek eagle 128, sedangkan posisi geografis menggunakan GPS Garmin C60 dengan proyeksi *Universal Transverse Mercator* (UTM) dan *elipsoid* WGS 84. Disain lajur pemeruman (*sounding line*), dibuat sedemikian rupa sehingga memudahkan pada saat pengukuran kedalaman di titik-titik fiks perum, biasanya yang di gunakan dalam lajur sounding adalah arah tegak lurus pantai. Oleh *Hydrographic Department* (1983), untuk hasil pengukuran garis pantai (*shoreline map*), koordinat titik fix serta kedalaman terukur (z_{ukur}), kedalam transducer (z_{trans}), pasut (z_{pasut}) disajikan dalam bentuk table. Kedalaman terukur dihitung dengan bilangan koreksi pasang dan transduser yang di set sedalam 30 cm selama pengukuran berlangsung. Adapun harga kedalaman terkoreksi adalah:

$$H_{\text{plot}} = h_{\text{ukur}} + h_{\text{transduser}} - h_{\text{pasut}}$$

Dimana: H_{plot} = kedalaman terkoreksi, yaitu harga kedalaman laut dari MSL, H_{ukur} = kedalaman laut saat sounding, $H_{\text{transduser}}$ = kedalaman transduser, H_{pasut} = tinggi muka air dari MSL, saat sounding.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kondisi Arus Laut dan Pasang Surut Pantai Bajo Popareng.

Pengukuran arus laut di lakukan pada 20 titik sampel (tabel 1.), dari pengukuran tersebut tergambar bahwa pada

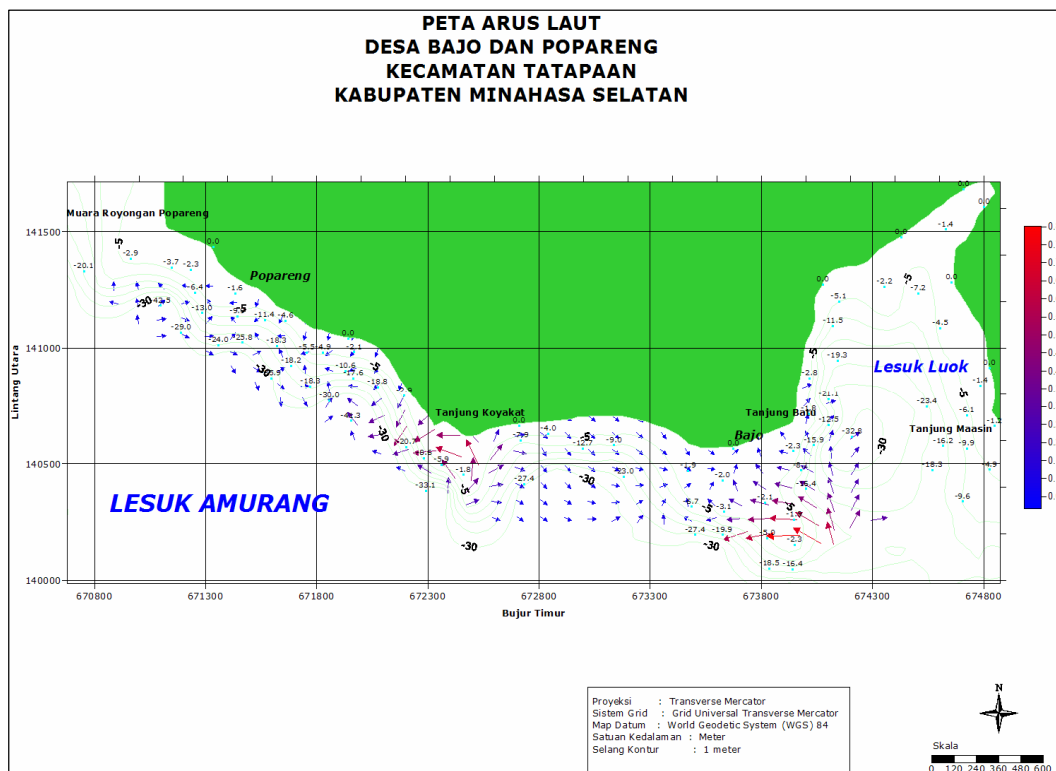
Tabel 1. Data distribusi kecepatan arus (m/det) dan arah (derajad) di perairan Bajo dan Popareng

No.	Posisi Geografis		Kecepatan Arus	
	Utara	Timur	Kec. (m/det)	Arah (derajad)
1	670867.297996	141374.191401	0.03	320
2	671168.56323	141294.612084	0.04	10
3	671509.618581	141129.768624	0.01	45
4	670850.245046	141152.505789	0.08	30
5	671171.40549	141186.61108	0.07	320
6	671484.03946	140976.293899	0.08	300
7	671751.199098	141018.925665	0.06	20
8	671719.935762	140771.660628	0.07	360
9	672140.57043	140828.503389	0.05	20
10	672146.254646	140618.185903	0.5	30
11	672453.2044	140555.659231	0.7	120
12	672470.257046	140368.07891	0.3	230
13	672802.785921	140558.501186	0.08	330
14	672603.83717	140217.44614	0.04	300
15	673530.370343	140513.02716	0.03	340
16	673538.896514	140254.393692	0.06	60
17	673928.267846	140549.974711	0.07	90
18	673922.58363	140154.919164	0.9	90
19	674184.059358	140834.187604	0.1	300
20	674400.06106	140177.656329	0.3	300

Dari tabel 1, dapat di lihat bahwa pada titik pengukuran 18 atau pada posisi geografis 674184.059358 utara dan 140834.187604 timur, kecepatan arus terukur maksimum adalah 0.9 m/det dengan arah 90°. sebaliknya pada titik pengukuran 3 dengan posisi geografis 671509.618581 utara dan 141129.768624 timur, kecepatan arus terukur minimum adalah 0.01 m/det dengan arah 45°. Distribusi arus permukaan pada lokasi penelitian arah dan kecepatannya bervariasi menurut titik-titik pengukuran, pada gambar 2, hasil analisis perangkat lunak Surfer 8.0, dengan *gridding method: natural neighbor*, terlihat bahwa arus yang berada di perairan popareng dominan dipengaruhi oleh aliran massa air dari luar teluk Amurang, sedangkan arus yang masuk dari perairan Bajo akan membentur tanjung Koyakat dengan massa aliran akan berputar ke arah timur tidak masuk ke perairan Popareng akan tetapi keluar menuju teluk Amurang. Pada sisi yang lain aliran arus menuju perairan Bajo dari tanjung Koyakat (arus dari timur ke barat), kondisi ini menunjukkan adanya *coastal circulation cell* (Kumaat, 2007), yang mana pada setiap bilik-bilik pelataran daerah pantai (*coastal shore platform*) memiliki segmen-segmen tersendiri (Sunarso, 1996), ini dapat di lihat pada peta distribusi arus permukaan terbagi ke dalam

tiga (3) segmen sirkulasi pantai yaitu : segmen dari muara sungai popareng sampai tanjung koyakat, segmen yang kedua dari tanjung koyakat sampai dengan tanjung Bajo, sedangkan segmen yang ketiga adalah sirkulasi pantai yang terjadi di lesuk Bajo. Hal ini, merupakan fenomena tersendiri bahwa dalam luasan areal sempit (± 5 km), pelataran pantai menunjukkan adanya dinamika fluida yang bervariasi menurut pola arus yang terjadi. Selanjutnya untuk arus maksimum, yang adalah merupakan perbandingan dari amplitudo pasang surut dilokasi studi (A), gaya grafitasi bumi (g) dan kedalaman ukur (d).
 Tabel 2. Hasil analisis arus maksimum pantai Bajo Popareng setiap kedalaman

Lokasi	Kecepatan arus (m/det)					
	On - Shore			Off - Shore		
	0.2	0.6	0.8	0.2	0.6	0.8
Bajo dan Popareng	0.50	0.45	0.53	0.40	0.30	0.60



Gambar 2. Peta distribusi arus laut di pantai Bajo dan Popareng

3.2. Pasang Surut di Pantai Bajo dan Popareng

Kondisi pasang surut di pantai Bajo dan Popareng menunjukkan pola yang sama dengan pantai-pantai lainnya di pesisir Sulawesi Utara yaitu tipe campuran condong ke harian ganda. Elevasi pasang surut yang terjadi di analisis dengan menggunakan metode konstanta harmonik untuk mendapatkan 10 konstanta yang umum di pakai di dalam menganalisis tipe pasang surut. Hasil analisis harmonik pasang surut, dapat di tunjukkan pada tabel berikut ini:

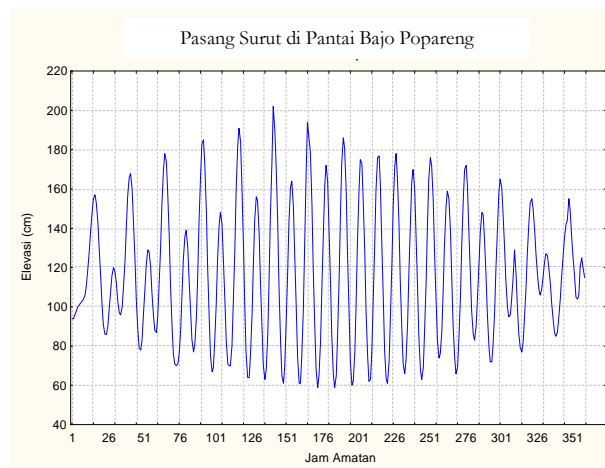
Tabel 3. Hasil analisis harmonik pasang surut di pantai Bajo dan Popareng

Lokasi	Komponen Pasang Surut (cm)									
	S ₀	M ₂	K ₂	N ₂	K ₁	O ₁	M ₄	Ms ₄	K ₂	P ₁
Bajo Popareng	116,3	29,2	43,1	9,6	9,0	20,2	0,5	0,8	9,9	3,0

Sedangkan, nisbah *formzahl* adalah:

$$F = \frac{9.0 + 20.2}{116.3 + 29.2} = 0.40$$

Yang berarti, pantai Bajo dan Popareng memiliki tipe pasang surut *bersifat campuran dengan tipe ganda yang menonjol*. Oleh karena itu, di dalam satu hari periode pasang dan surut terjadi dua kali pasang dan dua kali surut. Hasil pengukuran pasang surut dapat di lihat pada gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. grafik elevasi harian pasang surut di pantai Bajo Popareng

Tunggang pasut atau tinggi pasut yang terbaca pada setiap pengamatan menunjukkan perbedaan dari hari ke hari dan ini berlaku pada semua tempat (perairan), keadaan yang di tunjukkan pada tabel 3, ini apa yang disebut dengan ketidaksamaan (*inequality*). Ketidaksamaan tunggang pasut ini di sebabkan oleh beberapa faktor yaitu (Dishidros dalam Tilaar 1993): perubahan lintang bulan terhadap bumi, perubahan fase (umur) bulan, perubahan jarak antar bumi dan bulan dan perubahan deklinasi dari bulan.

3.3. Bathimetri di Pantai Bajo Popareng

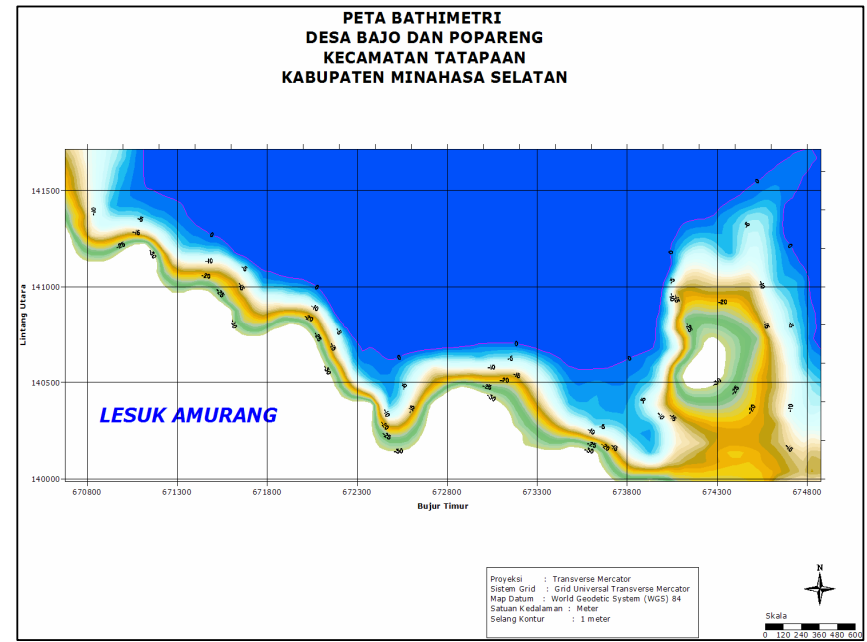
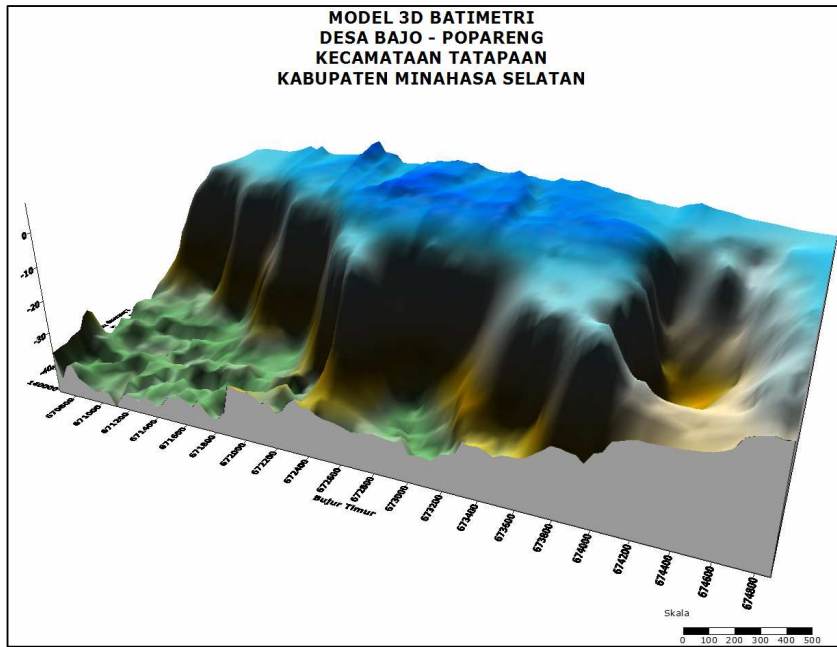
Hasil survey bathimetri di pantai Bojo Popareng di lakukan sounding dengan panjang pantai ± 5 km, di mulai dari sungai popareng kemudian dilakukan pemeruman dengan menggunakan lajur yang sudah ditentukan terlebih dahulu, pada setiap titik fiks (titik tetap) diambil koordinat geografi (x dan y) bersamaan dengan titik kedalaman (z). Pemeruman, sepanjang lajur yang sudah ditetapkan bolak balik dengan kedalaman maksimum adalah ± 20 m.

Tabel 4. Hasil Analisis Kemiringan Lereng setiap transek/profil di Pantai Bajo – Popareng

Nomor	Nama Profil	Kemiringan (%)	Keterangan
1	Section Popareng - 1	5.42	Curam
2	Section Popareng - 2	4.69	Curam
3	Section Popareng - 3	6.82	Curam
4	Section Popareng - 4	6.69	Curam
5	Section Popareng - 5	7.46	Curam
6	Section Popareng - 6	7.62	Curam
7	Section Popareng - 7	8.76	Curam
8	Section Popareng - 8	9.99	Curam
9	Section Popareng - 9	10.73	Curam
10	Section Popareng - 10	8.28	Curam
11	Section Popareng - 11	8.18	Curam
12	Section Popareng - 12	11.04	Curam
13	Section Popareng - 13	8.75	Curam
14	Section Popareng - 14	9.85	Curam
15	Section Popareng - 15	9.41	Curam
16	Section Popareng - 16	10.13	Curam
17	Section Popareng - 17	5.55	Curam
18	Section Popareng - 18	5.26	Curam
19	Section Bajo - 1	7.11	Curam
20	Section Bajo - 2	7.84	Curam
21	Section Bajo - 3	11.12	Curam
22	Section Bajo - 4	12.58	Curam
23	Section Bajo - 5	12.75	Curam
24	Section Bajo - 6	9.26	Curam
25	Section Bajo - 7	6.76	Curam
26	Section Bajo - 8	5.88	Curam
27	Section Bajo - 9	5.80	Curam
28	Section Bajo - 10	5.04	Curam
29	Section Bajo - 11	4.55	Curam
30	Section Bajo - 12	3.67	Curam
32	Section Bajo - 13	2.96	Curam
33	Section Bajo - 14	4.86	Curam
34	Section Bajo - 15	13.46	Curam
35	Section Bajo - 16	10.57	Curam
36	Section Bajo - 17	15.82	Curam
37	Section Bajo - 18	14.61	Curam
38	Section Bajo - 19	10.00	Curam
39	Section Bajo - 20	4.99	Curam
40	Section Bajo - 21	2.84	Curam
41	Section Bajo - 22	1.28	Landai
42	Section Bajo - 23	2.37	Curam
43	Section Bajo - 24	3.45	Curam
44	Section Bajo - 25	5.33	Curam
45	Section Bajo - 26	6.93	Curam
46	Section Bajo - 27	4.51	Curam
47	Section Bajo - 28	4.68	Curam
48	Section Bajo - 29	3.70	Curam

Dari hasil analisis kemiringan lereng di dapat bahwa variasi lereng di pantai Bajo Popareng antara 1.28 % - 14.61 % , terdefiniskan sebagai pantai landai sampai curam. Dari 48 profil pantai yang diambil sebagai transek untuk pengukuran profil pantai, sebanyak 47 profil pantai teridentifikasi sebagai pantai curam sedangkan satu profil pantai yang berada di pantai Bajo teridentifikasi sebagai pantai landai. Hal ini di tandai dengan adanya terumbu yang menjorok kearah laut. Variasi morfologi pantai Bajo – Popareng adalah merupakan proses geologi yang panjang di mana perubahan bentuk bentang alam

peisir sangat di pengaruhi oleh faktor-faktor hidrodinamika air laut. Di pantai Popareng banyak terdapat batuan magmatik terhamapar di sebagian pantainya bercampur dengan sedimen pasir (*coarsse sand*). Mendandakan bahwa pengaruh daratan memiliki peran terhadap perubahan morfologi pantai.



Gambar 4.a Model 3D Bathimetri desa Bajo Popareng Kecamatan Tatapaan, Kabupeten Minahasa Selatan;
Gambar 4.b Peta Bathimetri (2D) desa Bajo dan Popareng Kecamatan Tatapaan, Kabupaten Minahasa Selatan

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Kondisi hidro-oseanografi pantai Bajo – Popareng adalah merupakan satu kesatuan dengan kondisi yang ada di Teluk Amurang, dari hasil pengukuran dan analisis data di temukan bahwa arus laut maksimum dengan kecepatan 0.60 cm/det di kedalaman 0.8 d didaerah *off-shore*. Sedangkan, distribusi arus permukaan terukur bervariasi antara: 0.01 – 0.9 m/det yang di ambil dari 18 titik disekitar perairan Bajo dan Popareng. Tipe pasang – surut yang terukur dari analisa nisbah *Formzhal* adalah 0.40, adalah merupakan tipe pasang surut semi-diurnal yang diartikan bahwa dalam satu hari siklus pasang surut terjadi dua kali pasang (air naik) dan dua kali air surut (air turun). Selanjutnya, dari hasil survey bathimetri sepanjang ± 5 km panjang garis pantai dari desa Bajo sampai dengan desa Popareng di tunjukkan dengan variasi kemiringan lereng antara: 1.28 – 15.82 % yang didefinisikan sebagai pantai landai sampai curam dari 49 transek yang di ambil sebagai profil contoh.

4.2 Saran

Pentingnya data-data hidro-oseanografi dipakai di dalam perencanaan wilayah pesisir berkelanjutan dimana, proses hidrodinamika air laut dapat di manfaatkan untuk mengetahui sirkulasi arus yang dapat berperan di dalam pengangkutan sedimen dan bahan-bahan cemar (*polluted material*). Selain itu, bentuk bentang alam yaitu keadaan bathimetri pesisir pantai Bajo dan Popareng bervariasi sehingga berpotensi di dalam pengembangan budidaya air laut (*mariculture*). Adapun data hidrooseanografi dan bathimetri ini adalah merupakan informasi awal di dalam perencanaan pembangunan wilayah pesisir secara berkelanjutan, oleh karena itu; perlu adanya kajian secara komprehensif dan holistik untuk memenuhi model dimensi fisik yang sudah dilakukan. Yang perlu dipertimbangkan disini adalah, bahwa wilayah pesisir di Bajo dan Popareng keadaan bio-fisiknya secara kasat mata berpotensi untuk di kembangkan sebagai daerah eko-wisata (*eco-tourism*), pengembangan budidaya (tambak dan jaring apung) serta berpotensi untuk dijadikan daerah pengembangan alternatif untuk industri perikanan di Kabupaten Minahasa Selatan. Akan tetapi, perlu adanya dukungan perangkat hukum dan regulasi yang baik untuk kearah pembangunan wilayah pesisir berkelanjutan di Kabupaten Minahasa Selatan.

Daftar Pustaka

- Djunarsjah, 2001. Standart Survei (Baru) Dalam Survei Hidrografi. Proceedings Forum Ilmiah Tahunan ISI, Surabaya, 5 – 6 Nopember 2001. 8 Halaman.
- Hydrographic Department ,1983. Standar Ketelitian Survey Hidrografi, Jawatan Hidro – Oseanografi TNI – AL, Jakarta. 10 Halaman
- Kumaat. J.Ch, 2007. Analisis Karakteristik Morfodinamika Pelataran Pantai di Teluk Belang, Kabupaten Minahasa Selatan. Penelitian Mandiri. *Unpublishshed*. 6 Halaman.
- Pariwono, 2002. Kondisi Oseanografi Perairan Pesisir Teluk Lampung. Proyek Pesisir Publication, Tecnical Report (TE-99/12-I). Coastal Resources Centre, University Rhode of Island. Jakarta, Indonesia. 28 Halaman.
- Poerbandono dan Junarsah, 2005. Survei Hidrografi. PT. Refika Aditama. Bandung. Cetakan Pertama. 45 Halaman.
- Sunarso, 1996. Geomorfologi Pantai. Jurusan Geografi. Universitas Gajah Mada. 50 Halaman
- Tilaar, 1993. Pengukuran dan Analisa Pasang Surut di Sulawesi Utara dengan menggunakan perangkat lunak TIDES. Fakultas Perikanan. Universitas Sam Ratulangi. 70 Halaman.
-