



Studi Bangunan Pengaman Pantai Pada Reklamasi Di Pesisir Pantai Malalayang Satu Kecamatan Malalayang Kota Manado

Michelle T. Rumansi^{#a}, Jeffry D. Mamoto^{#b}, Arthur H. Thambas^{#c}

[#]Program Studi teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado, Indonesia
^amichelletteresiar@gmail.com, ^bjeffrymamoto@unsrat.ac.id, ^carthurthambas@unsrat.ac.id

Abstrak

Pesisir pantai Malalayang yang telah menjadi salah satu dari sekian banyak lokasi yang berpotensi menjadi kawasan Pariwisata. Hal ini menjadi suatu alasan untuk mereklamasi daerah pantai untuk meningkatkan dan memanfaatkan lahan menjadi lahan produktif. Pada lokasi penelitian terdapat lahan hasil reklamasi seluas ± 53 Ha dan untuk menunjang reklamasi tersebut terdapat bangunan pengaman pantai yang dibangun untuk menunjang reklamasi Pantai. Sehubungan dengan kondisi tersebut, dilakukan studi bangunan pengaman pantai serta reklamasi. Yang bertujuan untuk mengetahui apakah bangunan pengaman pantai dan reklamasi telah memenuhi atau tidak memenuhi berdasarkan penerapan ilmu teknik pantai. Dari hasil analisis Pasang Surut, transformasi gelombang, Transport Sedimen dan tinjauan Reklamasi maka Reklamasi yang direncanakan dengan kedalaman ± 10.72 m dan elevasi ± 6.00 memerlukan volume pasir urug sebesar $574.259,68$ m³ dan batu boulder dengan volume sebesar 158.974 m³ dan untuk bangunan pengaman pantai menggunakan tanggul yang dibuat sejajar pantai. Berdasarkan hasil analisis tersebut bangunan pengaman pantai dan reklamasi yang sudah ada dilokasi penelitian dinilai telah memenuhi berdasarkan penerapan ilmu Teknik Pantai. Reklamasi dikategorikan sebagai reklamasi kecil berdasarkan luasan, namun dalam lingkup pemanfaatan ruang, reklamasi dikategorikan sebagai reklamasi sedang.

Kata kunci: Pantai Malalayang, gelombang, pengaman pantai, reklamasi

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Kota Manado sebagai ibukota Provinsi Sulawesi Utara merupakan kota pantai (*water front city*) yang menjadi pintu gerbang Kawasan Indonesia Barat Laut, kawasan waterfront di Kota Manado disebut Kawasan pesisir Teluk Manado dengan panjang Pantai $18,7$ km². Memiliki bentang alam dengan karakteristik pantai, daratan dan perbukitan menjadi nilai tambah untuk kemajuan, pertumbuhan dan perkembangan kota kedepan.

Dalam pengembangan daerah yang mana lebih condong ke arah pantai yang secara tidak langsung mempengaruhi lingkungan terlebih khusus di daerah Pesisir pantai Malalayang yang telah menjadi salah satu dari sekian banyak lokasi yang berpotensi menjadi kawasan Pariwisata. Hal ini menjadi suatu alasan untuk mereklamasi daerah pantai untuk meningkatkan dan memanfaatkan lahan menjadi tanah yang lebih produktif. Kawasan di daerah pesisir pantai akan terkena gelombang laut yang tidak dapat ditentukan besarnya. Gelombang air laut memiliki energi yang dapat menimbulkan kerusakan pada struktur bangunan.

Pada lokasi penelitian terdapat lahan hasil reklamasi seluas ± 53 Ha dan untuk menunjang reklamasi tersebut terdapat bangunan pengaman pantai yang dibangun untuk menunjang reklamasi Pantai. Sehubungan dengan kondisi tersebut, maka akan dilakukan studi bangunan pengaman pantai serta reklamasi berdasarkan analisis penerapan ilmu teknik pantai.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka akan dilakukan analisis terkait bangunan pengaman pantai dan reklamasi yang sudah ada di lokasi penelitian.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah bangunan pengaman pantai dan reklamasi telah memenuhi atau tidak memenuhi berdasarkan penerapan ilmu teknik pantai.

1.4 Manfaat Penelitian

Untuk memperoleh pengetahuan mengenai Teknik Pantai terlebih khusus bangunan pengaman Pantai dan reklamasi serta dapat memberikan informasi bagi pihak terkait tentang bangunan pengaman pantai dan reklamasi di pesisir pantai Malalayang

1.5 Batasan Penelitian

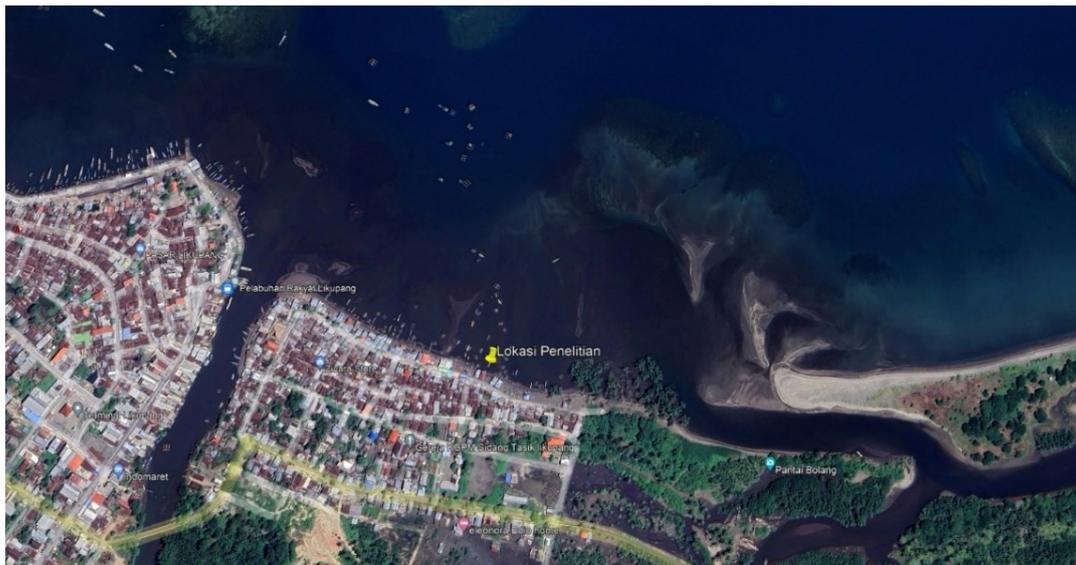
Dalam rangka membatasi ruang lingkup permasalahan yang akan dibahas, digunakanlah batasan masalah sebagai berikut:

1. Lokasi yang diteliti hanya pada Pesisir Pantai Malalayang satu, kecamatan Malalayang Kota Manado
2. Data yang digunakan merupakan data sekunder dari berbagai instansi yang terkait
3. Tidak menghitung stabilitas bangunan pengaman dan reklamasi
4. Tidak menghitung *settlement* reklamasi

2. Metode Penelitian

2.1 Lokasi Penelitian

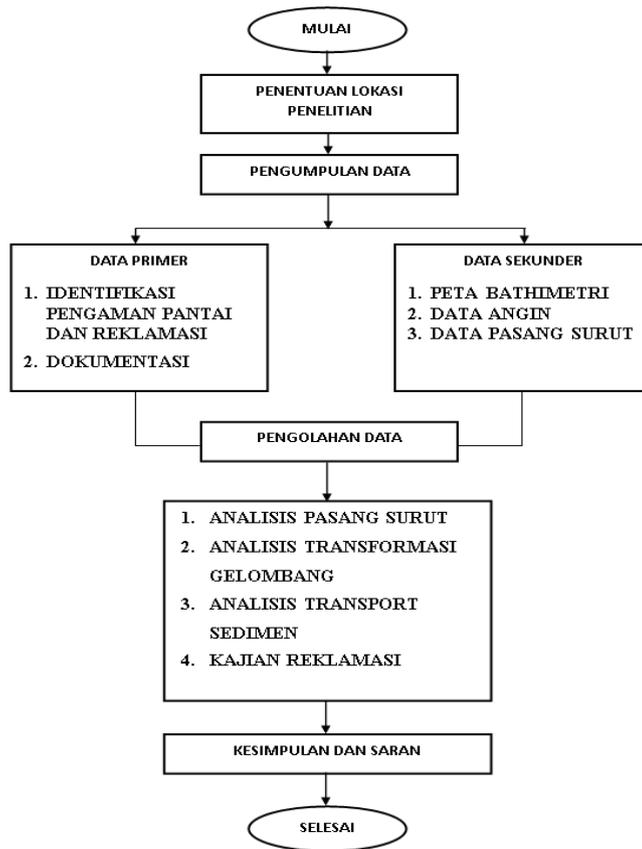
Lokasi Penelitian terletak di Pantai Kelurahan Malalayang Satu, Kecamatan Malalayang, Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara. Koordinat ($1^{\circ}27'37.05^{\circ}\text{N} - 1^{\circ}27'31,88''$ dan $124^{\circ} 49'2.15''\text{E} - 124^{\circ} 48'41.84''\text{E}$).



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Sumber, Google Earth)

2.2 Bagan Alir Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



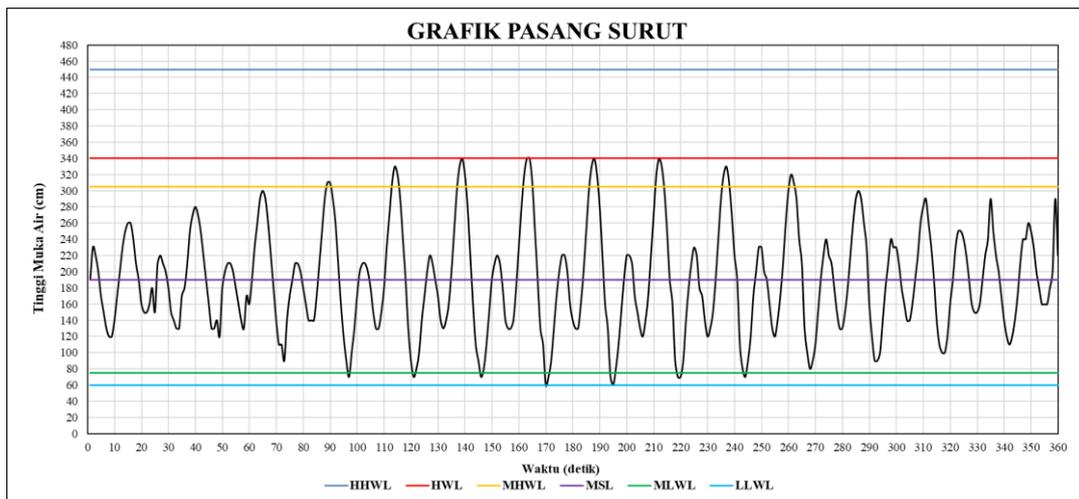
Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Perhitungan Pasang Surut dengan Metode Admiralty

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Pasang Surut (Analisa Data,2024)

No	Tanggal	Jam																				Jumlah	Bacan				
		0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00			20:00	21:00	22:00	23:00
1	1-Jun-2023	1.9	2.3	2.2	2.0	1.7	1.5	1.3	1.2	1.2	1.4	1.7	2.0	2.3	2.5	2.6	2.6	2.4	2.1	1.9	1.6	1.5	1.5	1.6	1.8	44.8	1.87
2	2-Jun-2023	1.5	2.1	2.2	2.1	2.0	1.8	1.5	1.4	1.3	1.3	1.5	1.8	2.1	2.5	2.7	2.8	2.7	2.5	2.2	1.9	1.6	1.3	1.3	1.4	45.5	1.90
3	3-Jun-2023	1.2	1.8	2.0	2.1	2.1	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3	1.4	1.6	1.9	2.3	2.6	2.9	3.0	2.9	2.6	2.2	1.8	1.4	1.1	1.1	46.1	1.92
4	4-Jun-2023	0.9	1.4	1.7	1.9	2.1	2.1	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3	1.4	1.7	2.1	2.5	2.9	3.1	3.1	2.9	2.6	2.1	1.6	1.2	0.9	46.3	1.93
5	5-Jun-2023	0.7	1.0	1.3	1.7	2.0	2.1	2.1	2.0	1.8	1.5	1.4	1.3	1.5	1.8	2.3	2.7	3.1	3.3	3.2	2.9	2.4	1.9	1.3	0.9	46.2	1.93
6	6-Jun-2023	0.7	0.8	1.0	1.4	1.7	2.0	2.2	2.1	1.9	1.7	1.4	1.3	1.4	1.6	2.0	2.5	3.0	3.3	3.4	3.2	2.8	2.2	1.6	1.1	46.3	1.93
7	7-Jun-2023	0.9	0.7	0.8	1.1	1.5	1.9	2.1	2.2	2.1	1.8	1.6	1.3	1.3	1.4	1.8	2.3	2.8	3.2	3.4	3.4	3.1	2.5	1.9	1.3	46.4	1.93
8	8-Jun-2023	1.1	0.6	0.7	0.9	1.3	1.7	2.0	2.2	2.2	2.0	1.7	1.4	1.3	1.3	1.6	2.0	2.5	3.0	3.3	3.4	3.2	2.8	2.2	1.6	46	1.92
9	9-Jun-2023	1.3	0.7	0.6	0.8	1.1	1.5	1.9	2.2	2.2	2.1	1.8	1.5	1.3	1.2	1.4	1.7	2.2	2.7	3.2	3.4	3.3	3.0	2.5	1.9	45.5	1.90
10	10-Jun-2023	1.6	0.9	0.7	0.7	1.0	1.4	1.8	2.1	2.3	2.2	2.0	1.7	1.4	1.2	1.3	1.5	1.9	2.4	2.9	3.2	3.3	3.1	2.7	2.2	45.5	1.90
11	11-Jun-2023	1.9	1.1	0.8	0.7	0.9	1.2	1.7	2.0	2.3	2.3	2.2	1.9	1.6	1.3	1.2	1.4	1.7	2.1	2.6	3.0	3.2	3.1	2.9	2.4	45.5	1.90
12	12-Jun-2023	2.1	1.3	1.0	0.8	0.9	1.1	1.5	1.9	2.2	2.4	2.3	2.1	1.8	1.5	1.3	1.3	1.5	1.8	2.2	2.6	2.9	3.0	2.9	2.6	45	1.88
13	13-Jun-2023	2.3	1.6	1.2	0.9	0.9	1.0	1.4	1.8	2.1	2.4	2.4	2.3	2.1	1.8	1.6	1.4	1.4	1.6	1.9	2.2	2.6	2.8	2.8	2.6	45.1	1.88
14	14-Jun-2023	2.3	1.9	1.4	1.1	1.0	1.0	1.2	1.6	1.9	2.3	2.5	2.5	2.4	2.2	1.9	1.6	1.5	1.5	1.6	1.9	2.2	2.4	2.5	2.5	44.9	1.87
15	15-Jun-2023	2.2	2.0	1.7	1.4	1.2	1.1	1.2	1.4	1.7	2.1	2.4	2.4	2.6	2.5	2.3	2.0	1.8	1.6	1.6	1.6	1.8	2.0	2.2	2.2	45	1.88



Gambar 3. Grafik Pasang Surut Pantai Malalayang

Di bawah ini adalah perhitungan untuk tipe pasang surut yang ada di lokasi pengukuran, yaitu di Pesisir Pantai Malalayang, Kota Manado, berdasarkan data pasang surut yang tertera pada Tabel 1 dan Gambar 3.

3.2 Penentuan Tipe Pasang Surut

Tabel 2. Komponen Pasang Surut Hasil Analisis Untuk Lokasi Pengukuran di Pantai Malalayang (Analisa data,2024)

	SO	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
A cm	190	86	29	18	50	33	1	18	8	17
g°	0.00	328.8	190.0	75.7	19.1	241.2	196.3	134.8	190.0	19.1

$$F = \frac{K1 + O1}{M2 + S2} = \frac{50 + 33}{328.8 + 190.0} = 0.161$$

Pasang Surut termasuk tipe harian ganda (*semi diurnal tide*) dengan nilai **F<0,25**, dimana **F=0,161**.

3.3 Penentuan Elevasi Muka Air

Tabel 3. Elevasi Muka Air (Analisa Data, 2024)

Elevasi Muka Air	Satuan	Data
HHWL	cm	450.00
HWL	cm	340.00
MHWL	cm	305.11
MSL	cm	190.15
MLWL	cm	75.20
LLWL	cm	60.00
Range	cm	259.84

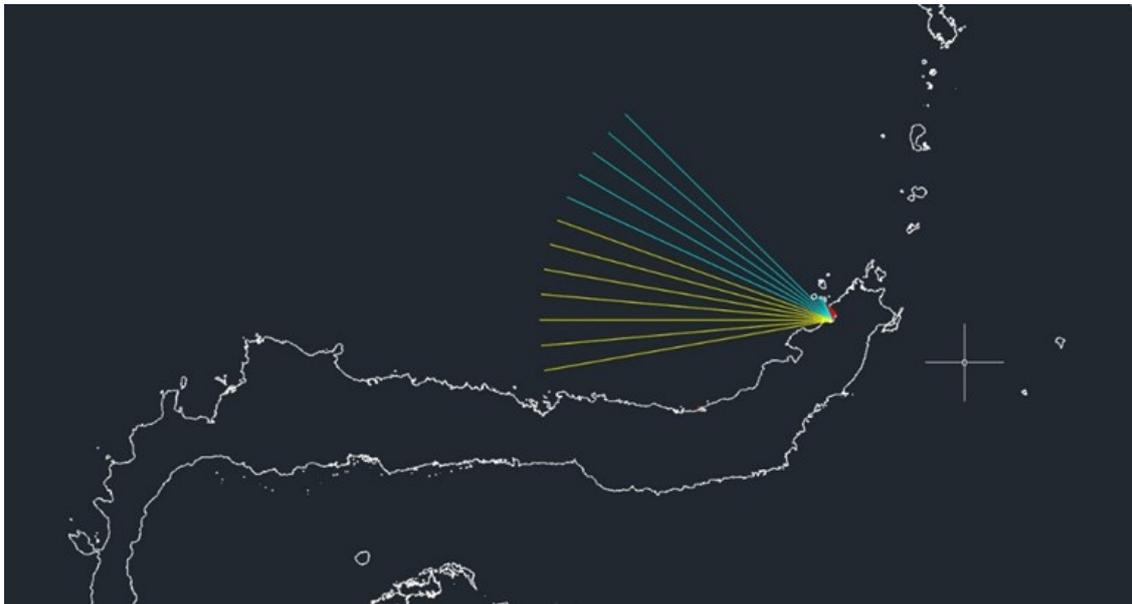
Perhitungan pada Tabel 4 menggunakan data yang diambil dari BMKG Kota Bitung pada Pesisir Pantai Malalayang, Kota Manado.

3.4 Hindcasting Gelombang

Gambar interpretasi Fetch dan hasil perhitungan untuk lokasi perencanaan Pesisir Pantai Malalayang, Kota Manado ditampilkan dalam Tabel 5 dan Gambar 4.

Tabel 4. Perhitungan Tegangan Angin Tahun 2020 (Analisa Data, 2024)

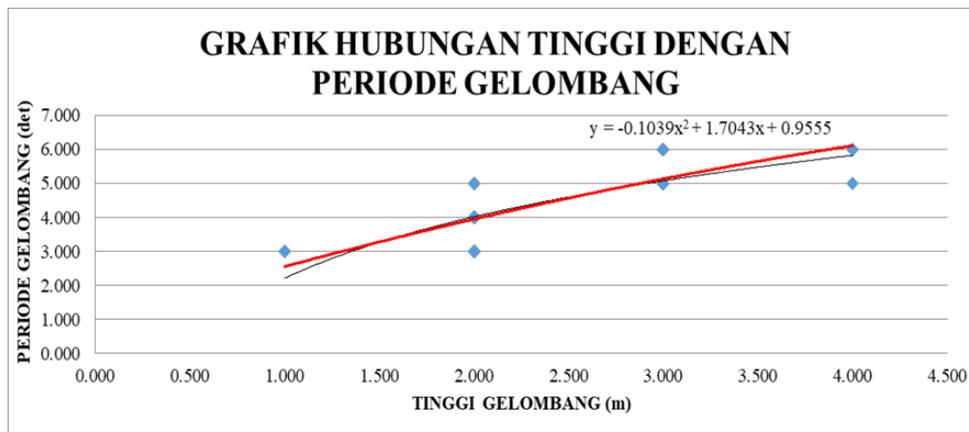
Perhitungan Wind Stress Factor Pada Tahun 2020					Z = ±	10
					RT	1.1
Bulan	Arah	Uz	Uz (BULAT)	$U_{10} = U_z \left(\frac{10}{z}\right)^{1/7}$	RL	UA = RT.RL.U10
2020						
Januari	NW	5.000	5	4.27	1.41	6.63
Februari	NW	6.000	6	5.13	1.34	7.56
Maret	NW	5.000	5	4.27	1.41	6.63
April	NW	4.000	4	3.42	1.5	5.64
Mei	NW	3.000	3	2.56	1.61	4.54
Juni	W	3.000	3	2.56	1.61	4.54
Juli	W	3.000	3	2.56	1.61	4.54
Agustus	W	4.000	4	3.42	1.5	5.64
September	W	3.000	3	2.56	1.61	4.54
Oktober	W	4.000	4	3.42	1.5	5.64
November	W	4.000	4	3.42	1.5	5.64
Desember	W	5.000	5	4.27	1.41	6.63



Gambar 4. Fetch Lokasi Penelitian

3.5 Analisa Tranformasi Gelombang

Untuk memperoleh periode gelombang maksimum berdasarkan perubahan kedalaman, maka dibuat hubungan antara tinggi gelombang maksimum dan periode gelombang maksimum (5 tahun data masukan) yang telah dihitung dengan metode indcasting untuk mendapatkan persamaan dari grafik hubungan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan Tinggi dengan Periode Gelombang

Tabel 5. Perhitungan Fetch Efektif dari Delapan Arah Mata Angin (Kevin, 2024)

PERHITUNGAN FETCH						
Arah Mata Angin	(α)	Jarak sebenarnya		Fcos(α)	Cos (α)	Feff (km)
		(m)	(km)			
UTARA (N)	-20	13110	13.11	12.319	0.94	7.190
	-15	8840	8.84	8.539	0.966	
	-10	7710	7.71	7.593	0.985	
	-5	6970	6.97	6.943	0.996	
	0	6330	6.33	6.33	1	
	5	6080	6.08	6.057	0.996	
	10	5610	5.61	5.525	0.985	
	15	5370	5.37	5.187	0.966	
TIMUR LAUT (NE)	-20	0	0.000	0.000	0.940	0.000
	-15	0		0.000	0.966	
	-10	0		0.000	0.985	
	-5	0		0.000	0.996	
	0	0		0.000	1	
	5	0		0.000	0.996	
	10	0		0.000	0.985	
	15	0		0.000	0.966	
TIMUR (E)	-20	0		0.000	0.940	0
	-15	0		0.000	0.966	
	-10	0		0.000	0.985	
	-5	0		0.000	0.996	
	0	0		0.000	1	
	5	0		0.000	0.966	
	10	0		0.000	0.985	
	15	0		0	0.966	
TENGGARA (SE)	-20	0		0	0.940	0
	-15	0		0	0.966	
	-10	0		0	0.985	
	-5	0		0	0.996	
	0	0		0	1	
	5	0		0	0.996	
	10	0		0	0.985	
	15	0		0	0.966	
SELATAN (S)	-20	0		0	0.940	0
	-15	0		0	0.966	
	-10	0		0	0.985	
	-5	0		0	0.996	
	0	0		0	1	
	5	0		0	0.996	
	10	0		0	0.985	
	15	0		0	0.966	
BARAT DAYA (SW)	-20	0		0	0.940	0
	-15	0		0	0.966	
	-10	0		0	0.985	
	-5	0		0	0.996	
	0	0		0	1	
	5	0		0	0.996	
	10	0		0	0.985	
	15	0		0	0.966	
BARAT LAUT (NW)	-20	3840	3.84	3.60842	0.940	157.455
	-15	4410	4.41	4.25973	0.966	
	-10	200000	200	196.962	0.985	
	-5	200000	200	199.239	0.996	
	0	200000	200	200	1	
	5	200000	200	199.239	0.996	
	10	200000	200	196.962	0.985	
	15	200000	200	193.185	0.966	
BARAT (W)	-20	200000	200	187.939	0.940	119.431
	-15	200000	200	193.185	0.966	
	-10	200000	200	196.962	0.985	
	-5	200000	200	199.239	0.996	
	0	200000	200	200	1	
	5	19370	19.37	19.296	0.996	
	10	19860	19.86	19.558	0.985	
	15	17060	17.06	16.479	0.966	
20	16110	16.11	15.138	0.940		
Feff(total)						284.076
Feff(dominan)						157.455

Tabel 6. Rekapitulasi Arah, Tinggi dan Periode dari Masing-masing *Fetch* Berdasarkan *Hindcasting* (Analisa data, 2024)

BULAN	H-T	Arah Datang Gelombang				Max Tiap Bulan	
		N	W	NW		Arah	H-T
JANUARI	H(m)	0.000	3.000	3.000	0.000	W	3.000
	T(det)	0.000	6.000	5.000	0.000		6.000
FEBRUARI	H(m)	0.000	4.000	4.000	0.000	NW	4.000
	T(det)	0.000	6.000	6.000	0.000		6.000
MARET	H(m)	3.000	3.000	3.000	0.000	W	3.000
	T(det)	5.000	6.000	5.000	0.000		6.000
APRIL	H(m)	0.000	2.000	2.000	0.000	NW	2.000
	T(det)	0.000	4.000	5.000	0.000		5.000
MEI	H(m)	0.000	2.000	2.000	0.000	NW	2.000
	T(det)	0.000	3.000	4.000	0.000		4.000
JUNI	H(m)	0.000	2.000	0.000	0.000	W	2.000
	T(det)	0.000	4.000	0.000	0.000		4.000
JULI	H(m)	0.000	2.000	0.000	0.000	W	2.000
	T(det)	0.000	4.000	0.000	0.000		4.000
AGUSTUS	H(m)	2.000	3.000	0.000	0.000	W	3.000
	T(det)	0.000	5.000	0.000	0.000		5.000
SEPTEMBER	H(m)	2.000	3.000	2.000	0.000	W	3.000
	T(det)	4.000	6.000	4.000	0.000		6.000
OKTOBER	H(m)	0.000	2.000	2.000	0.000	W	2.000
	T(det)	0.000	4.000	4.000	0.000		4.000
NOVEMBER	H(m)	0.000	2.000	2.000	0.000	W	2.000
	T(det)	0.000	2.000	2.000	0.000		5.000
DESEMBER	H(m)	0.000	3.000	3.000	0.000	W	3.000
	T(det)	0.000	6.000	5.000	0.000		6.000
MAX TIAP ARAH	H(m)	3.000	4.000	4.000	0.000	NW	4.000
	T(det)	5.000	6.000	6.000	0.000		6.000

Didapat pada Bulan Maret arah Timur paling maksimum dengan:
 Tinggi Gelombang (H) = 4 meter
 Periode Gelombang (T) = 6 detik

Berikut merupakan hasil perhitungan shoaling berdasarkan grafik hubungan pada Gambar 5.

Tabel 7. Perhitungan Shoaling (Analisa data 2024)

Lo	d/Lo	d/L	L	no	n	Kr	Ks	H
58.626	0.171	0.201	49.798	0.500	0.704	1.104	0.837	3.695
53.433	0.150	0.183	43.644	0.500	0.733	1.121	0.836	3.461
49.392	0.101	0.142	35.249	0.500	0.809	1.197	0.866	3.591
51.638	0.039	0.082	24.346	0.500	0.921	1.469	1.151	6.072
87.831	0.011	0.042	23.624	0.500	0.977	1.932	1.902	6.211
89.246	0.006	0.030	16.650	0.500	0.988	2.316	2.712	38.997

Tabel 8. Perhitungan Refraksi (Analisa data 2024)

a _o	d	Ho	T	Lo	d/Lo	d/L
45	10	4.000	6.130	58.626	0.1706	0.20081
36.9155	8	3.695	5.853	53.433	0.1497	0.18330
29.3800	5	3.461	5.627	49.392	0.1012	0.14185
20.4944	2	3.591	5.753	51.638	0.0387	0.08215
9.5012	1	6.072	7.503	87.831	0.0114	0.04233
2.5447	0.5	6.211	7.564	89.246	0.0056	0.03003

L	Co	C	sin a	a	cos ao/cos a	Kr
49.798	9.563	8.123	0.601	36.915	1.219	1.104
43.644	9.130	7.457	0.491	29.380	1.256	1.121
35.249	8.778	6.264	0.350	20.494	1.434	1.197
24.346	8.975	4.232	0.165	9.501	2.157	1.469
23.624	11.705	3.148	0.044	2.545	3.734	1.932
16.650	11.799	2.201	0.008	0.475	5.362	2.316

Tabel 9. Perhitungan Gelombang Pecah (Analisa data 2024)

H'o	H'o/gT ²	m	Hb/H'o	Hb
4.7813	0.0130	0.0106	0.96	4.590
4.4211	0.0132	0.0136	0.94	4.156
3.9944	0.0129	0.0124	0.97	3.875
3.1186	0.0096	0.0120	1.00	3.119
3.1917	0.0058	0.0108	1.12	3.575
2.2902	0.0041	0.0192	1.20	2.748

3.6 Perhitungan Angkutan Sedimen Metode CERC

Rumus yang dipakai untuk analisis angkutan sedimen sepanjang pantai mengikuti perhitungan CERC (*Army Coastal Engineering Research Center*) karena arah, tinggi dan periode gelombang dari masing-masing fetch berdasarkan Hindcasting Gelombang tahun 2022 (Tabel 6) menghasilkan arah dominan yakni Barat Laut.

1. Angkutan Sedimen Sejajar Pantai (Longshore Transport)

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 H_b &= 4.590 \text{ m} \\
 g &= 9.810 \text{ m/s}^2 \\
 db &= 6.024 \text{ m} \\
 K &= 0.390 \text{ (Shore Protection Manual, chapter 4-96)} \\
 n &= 0.4 \\
 \alpha_b &= 45^\circ \\
 \rho &= 1025 \text{ kg/m}^3 \\
 \rho_s &= 2650 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 Q_s &= \frac{K}{(\rho_s - \rho) \times g \times (1-n)} \times P_l \\
 P_l &= \frac{\rho \cdot g}{8} \times H_b^2 \times C_b \times \sin \alpha_b \times \cos \alpha_b \\
 C_b &= \sqrt{g \cdot db}
 \end{aligned}$$

Jawaban:

$$\begin{aligned}
 C_b &= \sqrt{9.81 \times 6.024} \\
 &= 7.688 \text{ m/d} \\
 P_l &= \frac{1025 \times 9.81}{8} \times 0.844^2 \times 7.688 \times \sin 45 \times \cos 45 \\
 &= 101,786.739 \text{ kg m/d} \\
 Q_s &= \frac{0.39}{(2650 - 1025) \times 9.81 \times (1-0.4)} \times P_l \\
 &= 4.1503 \text{ kgm}^3/\text{d} \\
 &= 358.588 \text{ m}^3/\text{d} \\
 &= 358.588 \times 365 = 130,884.672 \text{ m}^3/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

Nilai angkutan sedimen untuk sejajar pantai adalah **130,884.672m³/tahun**

2. Angkutan Sedimen Tegak Lurus Pantai (*Onshore-Offshore Transport*)

Nilai f=d dipakai 0.49 yang diambil hasil penelitian terdahulu dimana asumsi distribusi ukuran butiran sedimen lokasi penelitian berdekatan dengan referensi yang digunakan.

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 f=d (D) &= 0.49 \\
 g &= 9.81 \text{ m/s}^2 \\
 H_b &= 4.590 \text{ m} \\
 \alpha_b &= 45^\circ \\
 \rho &= 1025 \text{ kg/m}^3 \\
 \rho_s &= 2650 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 Q_s &= \frac{\tau_b}{(\rho_s - \rho) \times g \times D} \\
 \tau_b &= \rho_s \times U_*^2
 \end{aligned}$$

$$U_* = \sqrt{D/2}$$

Jawaban:

$$U_* = \sqrt{0.49/2}$$

$$= 0.495$$

$$\tau_b = 2650 \times 0.495^2$$

$$= 649.250$$

$$Q_s = \frac{649.250}{(2650-1025) \times 9.81 \times 0.49}$$

$$= 0.0831 \text{ kg m}^3/\text{d}$$

$$= 0.0000831 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$= 0.000083 \times 24 \times 3600 = 7,1814 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 2621.200 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

Didapat nilai angkutan sedimen tegak lurus pantai adalah **2621,200 m³/tahun**.

3.7 *Perninjauan Data untuk Penentuan Bangunan Pengaman dan Reklamasi*

Berdasarkan perhitungan data sekunder, “Hidro-Oseanografi” tanpa arus didapatkan gelombang dominan dari arah Barat Laut dimana bangunan pengaman dibuat pada kedalaman (d) 5 m dengan kondisi setelah gelombang pecah terjadi dengan tinggi gelombang pecah (hb) 4,590 m pada kedalaman (db) 6,024 m dan pola transport sedimen tegak lurus pantai dengan nilai 2621.200 m³/tahun, serta tinggi bangunan berdasarkan analisis pasang surut dimana HHWL 4.50 cm dan HWL 3.40 cm, didapatkan kegiatan reklamasi dengan rencana kedalaman ± 10.72 m sampai dengan elevasi ± 6.00. Bangunan pengaman pantai yang ditentukan adalah tanggul dibuat sejajar pantai dimana tanggul tidak bersifat kedap air dan akan dibuat setelah kegiatan reklamasi dilakukan.

3.8 *Kajian Reklamasi*

1. Tujuan dan Manfaat

Berdasarkan manfaat dan tujuan dari reklamasi, maka kawasan berair yang termanfaatkan menjadi suatu kawasan baru yang lebih baik dan bermanfaat. Kawasan baru tersebut nantinya akan dimanfaatkan untuk Pembangunan Hotel, Fasilitas Komersial terbuka, Apartemen, Dermaga, serta penunjangnya akan menggunakan lahan reklamasi seluas 53.569 m²

2. Tipologi Kawasan Reklamasi

Menurut Modul Terapan Pedoman Perencanaan Tata Ruang Kawasan Reklamasi Pantai (2007), tipologi pada reklamasi di pantai yang menjadi lokasi penelitian terbagi menjadi 2, yaitu:

- Tipologi Berdasarkan Fungsi

Menurut Modul Terapan Pedoman Perencanaan Tata Ruang Kawasan Reklamasi Pantai (2007), Kawasan reklamasi di lokasi penelitian menjadi beberapa tipologi berdasarkan fungsinya, yakni:

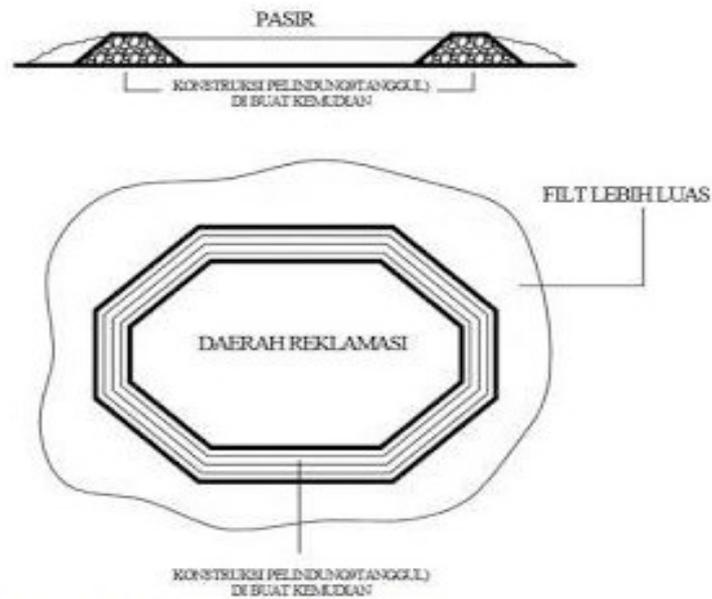
1. Kawasan Perumahan dan Pemukiman
2. Kawasan Perdagangan dan Jasa
3. Kawasan Industri
4. Kawasan Pariwisata
5. Kawasan Ruang Terbuka Publik

- Tipologi Berdasarkan Luasan

Menurut Modul Terapan Pedoman Perencanaan Tata Ruang Kawasan Reklamasi Pantai (2007), Kawasan reklamasi di lokasi penelitian berdasarkan luasan maka reklamasi dikategorikan sebagai reklamasi dengan luasan kecil (dibawah 100 Ha) dikarenakan reklamasi hanya memiliki luas sekitar 50 Ha. Namun, kawasan reklamasi pada lokasi penelitian memiliki lebih dari 3 lingkup pemanfaatan ruang, dikarenakan tujuan dari reklamasi di lokasi penelitian untuk Pembangunan hotel, fasilitas komersial terbuka, apartemen, dermaga dan penunjangnya.

3. Sistem Pelaksanaan Reklamasi

Sistem yang dilakukan pada lokasi penelitian adalah sistem timbunan atau urugan, menggunakan cara kerja *Blanket Fill*



Gambar 6. Gambar Reklamasi secara *Blanket Fill*

Reklamasi dilakukan dengan cara menimbun perairan pantai sampai muka lahan berada di atas muka air laut tinggi (high water level), menggunakan material tanah urug, dikarenakan kegiatan reklamasi dilakukan pada perairan laut seluas 53.569 m². Berikut merupakan uraian keseluruhan material yang digunakan di lokasi penelitian.

Tabel 10. Material yang Digunakan pada Lokasi Penelitian

Material Yang Digunakan				
No	Jenis	Volume	Sumber Bahan	Jalan yang dilalui
1	Tanah Urug (Reklamasi)	574.259,68 m ³	Manado dan Minahasa	Jalur Darat
2	Batu Boulder	158.974 m ³	Manado dan Minahasa	
3	Pasir	15.875 m ³	Manado dan Minahasa	
4	<i>Beton Ready Mix</i>	158.974 m ³	Manado dan Minahasa	
5	Semen	6.390 m ³	Manado dan Minahasa	
6	Batu Bata	165.435 ²	Manado dan Minahasa	
7	Keramik	125.653 ²	Manado dan Minahasa	
8	Kayu	235.880 m ²	Manado dan Minahasa	
9	<i>Paving Block</i>	2.123 m ²	Manado dan Minahasa	

Sistem ini berkembang didukung dengan berbagai jenis alat-alat besar seperti alat penggalian tanah, alat pengambilan dan pengeruk tanah, alat-alat transport, perlengkapan pennebaran bahan-bahan tanah urug, dan alat perlengkapan pemadatan tanah. Berikut merupakan uraian peralatan yang digunakan di lokasi penelitian.

Tabel 11. Peralatan yang Digunakan pada Lokasi penelitian

Jenis Peralatan Yang Digunakan				
No	Jenis	Jumlah (unit)	Ritasi	Jalan yang dilalui
1	<i>Buldozer</i>	6	2	Jalan Wolter Mongisidi
2	<i>Dozer</i>	1	2	
3	<i>Jacking Pile</i>	5	2	
4	<i>Excavator</i>	8	2	
5	<i>Bachoe</i>	3	2	
6	<i>Dump truk</i>	20	3 rit/hari	
7	<i>Truk Molen</i>	10	5 rit/hari	
8	<i>Pick Up</i>	8	3 rit/hari	
9	<i>Crane</i>	6	2	

4. Metode Pelaksanaan Reklamasi

Secara garis besar proses pelaksanaan reklamasi sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Material reklamasi diurug ke seluruh lahan yang akan direklamasi baik melalui daratan (*dump truck* dan *dozer*)
2. Reklamasi dilakukan lapis demi lapis dan ketebalan tiap lapisnya berkisar antara 0.30 – 1.00 m sesuai dengan jenis tanah dasar dan tanah timbunannya agar tidak terjadi semburan lumpur (*mud explosion*) ataupun banjir lumpur (*mud wave*)
3. Perataan lahan hasil reklamasi
4. Pembangunan tanggul mengelilingi daerah yang akan direklamasi, dimana tanggul ini tidak perlu bersifat kedap air. Biasanya, apabila perlindungan lahan dilakukan setelah selesainya reklamasi, pembuatan tanggul tidak diperlukan
5. Pematangan lahan reklamasi dengan pemasangan drainase vertical (*vertical drain*), pemadatan lahan reklamasi dan kegiatan perbaikan tanah dengan memadatkan tanah bagian dalam dengan berulang-ulang menjatuhkan beban berat ke permukaan tanah, *vibro floatation*, *dynamic consolidation* dan dapat juga didiamkan saja dalam waktu tertentu sesuai dengan standar yang dibutuhkan.

4. Kesimpulan

Dari hasil analisis Pasang Surut, transformasi gelombang, Transport Sedimen dan tinjauan Reklamasi maka Reklamasi yang direncanakan dengan kedalaman ± 10.72 m dan elevasi ± 6.00 memerlukan volume pasir urug sebesar 574.259,68 m³ dan batu boulder dengan volume sebesar 158.974 m³ dan untuk bangunan pengaman Pantai menggunakan tanggul yang dibuat sejajar pantai. Bangunan pengaman pantai dan reklamasi yang sudah ada dilokasi penelitian dinilai telah memenuhi berdasarkan penerapan ilmu Teknik Pantai.

Pada lokasi penelitian, reklamasi dikategorikan sebagai reklamasi kecil berdasarkan luasan, namun dalam lingkup pemanfaatan ruang, reklamasi dikategorikan sebagai reklamasi sedang dikarenakan lingkup pemanfaatan ruang lebih dari 3 jenis.

Referensi

- Anggi Cindy Wakkary, M.Ihsan Jasin, A.K.T. Dundu, Studi Karakteristik Gelombang Pada Daerah Pantai Desa Kalinaung Kab. Minahasa. Jurnal Sipil Statik Vol.5 No.3 Mei 2017 (167-174) ISSN: 2337-6732. Universitas Sam Ratulangi Manado
- Arthur H. Thambas, Jeffry Dantje Mamoto, Studi Karakteristik Gelombang Pada Pantai Manembo-Nembo Kecamatan Matuari Kota Bitung Provinsi Sulawesi Utara. TEKNO- Volume 20 Nomor 80 – April 2022. Universitas Sam Ratulangi Manado
- CERC, 1984, Shore Protection Manual, US Army Coastal Of Engineering Research Center (CERC), Washington (SPM 1984)
- Fajrul Mutaqin, Dr. Ir. Hendriyawan, MT.T, 2017, Perencanaan Timbunan Reklamasi Untuk Pengembangan Terminal Curah Kering Pelabuhan Cigading Banten
- Faron V. H. Sumampouw, Arthur H. Thambas, M. Ihsan Jasin, Perencanaan Pengaman Pantai Di Pantai Bahoi Kecamatan Likupang Barat. TEKNO Vol 21 No. 85 Tahun 2023 (167-174) p-ISSN: 0215-9617. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Fridolin Manuel, M. Ihsan Jasin, Jeffry D. Mamoto, Perencanaan bangunan pengaman pantai pada daerah pantai Bulu Desa rerer Kecamatan Kombi Kabupaten Minahasa. Jurnal Sipil Statik Vol.5 No.6 Agustus 2017 (325-334) ISSN: 2337-6732325. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Jurnal Sipil Statik Vol.9 No.4 Juli 2021 (699-708) ISSN: 2337-6732. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Masita Aisza mokodongan, Muh. Ihsan Jasin, Arthur H. Thambas, Analisis Karakteristik Gelombang Di Pantai Bahoi Kecamatan Likupang Barat.
- Moses Liunsanda, J. D. Mamoto, A. K. T. Dundu, Perencanaan bangunan pengaman pantai di Pantai Pal Kabupaten Minahasa Utara. Jurnal Sipil Statik Vol.5 No.9 November 2017 (613-623) ISSN: 2337-6732. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Nur Yuwono, 1982, Teknik Pantai, Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- PT Tj Silfanus, 2018, AMDAL Pembangunan Hotal, Fasilitas Komersial Terbuka, Apartemen, Dermaga dan Penunjangnya.
- Theodorus Pasomba, M. Ihsan Jasin, Tommy Jansen, Analisis Pasang Surut Pada Daerah Pantai Tobololo Kelurahan Tobololo Kota Ternate Provinsi Maluku Utara, Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.11 November 2019 (1515-1526) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.

- Triatmodjo, B. 1996. *Perencanaan Bangunan Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta
- Triatmodjo, B. 2012. *Perencanaan Bangunan Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.