

# ANALISIS DATA PASANG SURUT DI PANTAI SINDULANG KOTA MANADO

Agitha P. Kurniawan

M. Ihsan Jasin, J. D. Mamoto

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: [agthkurniawan@gmail.com](mailto:agthkurniawan@gmail.com)

## ABSTRAK

*Pantai Sindulang merupakan salah satu pantai di kota Manado yang direncanakan pemerintah Provinsi Sulawesi Utara untuk dijadikan area proyek reklamasi sebagai salah satu upaya pemerintah dalam pengembangan kota. Proyek reklamasi merupakan perencanaan besar maka perlu dilakukan analisis sebab pada kenyataannya setiap pantai memiliki karakteristik yang berbeda. Pasang surut merupakan salah satu yang perlu dianalisis terlebih dahulu karena memiliki berbagai jenis atau kondisi yang berbeda-beda pada setiap wilayah pantai juga sebagai acuan dari penentuan tingginya elevasi lahan yang akan direklamasi. Analisis ini dilakukan dengan tujuan menentukan komponen, tipe pasang surut, dan elevasi muka air laut yang terjadi pada Pantai Sindulang Kota Manado menggunakan metode Admiralty dengan data 29 hari pengamatan. Berdasarkan hasil analisis diperoleh tipe pasang surut di Pantai Sindulang adalah Campuran Condong ke Harian Ganda (Mixed Tide Prevailing Semidiurnal) dengan nilai  $0 < F < 2.5$  dimana  $F = 0.180$ .*

**Kata kunci:** *Pantai, Sindulang, Pasang Surut, metode Admiralty*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Pantai adalah daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah. Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut sebagai fungsi waktu karena adanya gaya tarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi.

Indonesia sebagai negara kepulauan mempunyai lebih dari 3700 pulau dan wilayah pantai sepanjang 80.000 km Ini menunjukkan bahwa sebagian besar masyarakat Indonesia melakukan kegiatan sehari-hari di daerah sekitar pantai baik sebagai pemukiman, pertanian, perikanan, maupun pariwisata.

Adanya berbagai kegiatan tersebut dapat menimbulkan peningkatan jumlah kebutuhan lahan yang juga diiringi dengan meningkatnya jumlah pembangunan infra-struktur. Akibatnya timbul masalah-masalah baru pada daerah pantai sehingga mengalami ketidakstabilan dan kerusakan. Sebagai kota berkembang salah satu upaya yang dilakukan pemerintah untuk pengembangan adalah dengan dibukanya areal proyek reklamasi pantai.

Pantai Sindulang merupakan pantai yang terletak di Kelurahan Sindulang Dua Kecamatan Tuminting, yang secara administratif terletak pada  $1^{\circ}30'42''$  LU dan  $124^{\circ}50'34''$  BT adalah kawasan yang direncanakan akan diadakan reklamasi

selanjutnya oleh pemerintah kota Manado. Selain harus mempertimbangkan keuntungan dan kerugian terlebih dahulu pada perencanaan reklamasi kawasan Boulevard II dalam hal ini adalah Pantai Sindulang, perlu juga adanya analisis awal seperti menganalisis pengaruh pasang surut sebagai salah satu data yang dibutuhkan dalam perencanaan reklamasi.

### Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka dibutuhkan penelitian berupa studi kasus tentang analisis data pasang surut yang dapat digunakan sebagai data acuan ataupun informasi selanjutnya dalam perencanaan reklamasi.

### Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, masalah yang akan diteliti dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Analisis yang dilakukan adalah analisis besaran serta jenis pasang surut yang terjadi pantai Sindulang
2. Pengolahan data pasang surut menggunakan metode *Admiralty*
3. Penentuan elevasi muka air laut terhadap fenomena pasang surut

### Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan besaran dan jenis pasang surut dengan menggunakan metode *Admiralty* serta

menentukan elevasi muka air laut pada pantai Sindulang.

**Manfaat Penelitian**

1. Memperoleh pengetahuan tentang fenomena pasang surut dan menentukan tipe pasang surut.
2. Sebagai referensi kepada pemerintah dan pihak terkait dalam pengembangan kawasan Pantai Sindulang

**LANDASAN TEORI**

**Gambaran Umum Pantai**

Ada dua istilah tentang kepantaian dalam Bahasa Indonesia yang sering rancu pemakaiannya, yaitu pesisir (coast) dan pantai (shore). Pesisir adalah daerah darat di tepi laut yang masih mendapat pengaruh laut seperti pasang surut, angin laut dan perembesan air laut. Sedang pantai adalah daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah

Pantai merupakan gambaran nyata interaksi dinamis antara air, angin dan material (tanah). Angin dan air bergerak membawa material tanah dari satu tempat ke tempat lain, mengikis tanah dan kemudian mengendapkannya lagi di daerah lain secara terus-menerus. Dengan kejadian ini menyebabkan terjadinya perubahan garis pantai. Dalam kondisi normal, pantai selalu bisa menahan gelombang dan mempunyai pertahanan alami untuk melindungi diri dari serangan arus dan gelombang.

**Pasang Surut**

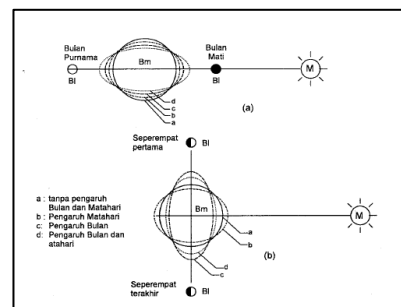
Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena adanya gaya tarik menarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Meskipun massa bulan jauh lebih kecil dari massa matahari, tetapi karena jaraknya terhadap bumi jauh lebih dekat, maka pengaruh gaya tarik bulan terhadap bumi lebih besar daripada pengaruh gaya tarik matahari terhadap bumi. Gaya Tarik bulan yang mempengaruhi pasang surut adalah 2,2 kali lebih besar daripada gaya tarik matahari. Pasang surut merupakan hasil dari gaya tarik gravitasidan efek sentrifugal. Efek sentrifugal adalah dorongan ke arah luar pusat rotasi. Gravitasi bervariasi secara langsung dengan massa tetapi berbanding terbalik terhadap jarak. Meskipun ukuran bulan lebih kecil dari matahari, gaya tarik gravitasi bulan dua kali lebih besar daripada gaya tarik matahari dalam

membangkitkan pasang surut laut karena jarak bulan lebih dekat daripada jarak matahari ke bumi.

Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya pasang surut berdasarkan teori kesetimbangan adalah rotasi bumi pada sumbunya, revolusi bulan terhadap matahari, revolusi bumi terhadap matahari. Sedangkan berdasarkan teori dinamis adalah kedalaman dan luas perairan, pengaruh rotasi bumi (gaya coriolis), dan gesekan dasar. Selain itu juga terdapat beberapa faktor lokal yang dapat mempengaruhi pasut suatu perairan seperti, topografi dasar laut, lebar selat, bentuk teluk, dan sebagainya, sehingga berbagai lokasi memiliki ciri pasang surut yang berlainan.

**Pasang Surut Purnama dan Perbani**

Karena peredaran bumi dan bulan pada orbitnya, maka posisi bumi-bulan-matahari selalu berubah setiap saat. Revolusi bulan terhadap bumi ditempuh dalam waktu 29,5 hari (jumlah hari dalam satu bulan menurut kalender tahun kamariah, yaitu tahun yang didasarkan pada peredaran bulan). Pada setiap sekitar tanggal 1 dan 15 (bulan muda dan bulan purnama) posisi bumi-bulan-matahari kira-kira berada pada hampir garis lurus (Gambar 1a), sehingga gaya Tarik bulan dan matahari terhadap bumi saling memeperkuat. Dalam keadaan ini terjadi pasang surut purnama (pasang besar, *spring tide*), di mana tinggi pasang surut sangat besar dibanding pada hari-hari yang lain. Sedang pada sekitar tanggal 7 dan 21 (seperempat dan tiga perempat revolusi bulan terhadap bumi) dimana bulan dan matahari membentuk sudut siku-siku terhadap bumi (Gambar 1b) maka gaya tarik bulan terhadap bumi saling mengurangi. Dalam keadaan ini terjadi pasang surut perbani (pasang kecil, neap tide) di mana tinggi pasang surut kecil di banding dengan hari hari yang lain. Gambar 1. menunjukkan variasi pasang surut selama satu bulan yang menunjukkan terjadinya pasang surut purnama dan perbani.



Gambar 1. Kedudukan Bumi-Bulan-Matahari Saat (a) Pasang Purnama dan (b) Perbani

### Tipe Pasang Surut

Bentuk pasang surut di berbagai daerah tidak sama. Di suatu daerah dalam satu hari dapat terjadi satu kali atau dua kali pasang surut. Secara umum pasang surut di berbagai daerah dapat dibedakan dalam empat tipe, yaitu

1. Pasang Surut Harian Ganda (*Semi Diurnal Tide*)  
 Dalam suatu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara berurutan secara teratur. Periode pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit. Pasang surut jenis ini terdapat di Selat Malaka sampai Laut Andaman.
2. Pasang Surut Campuran Condong ke Harian Ganda (*Mixed Tide Prevailing Semidiurnal*).  
 Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda. Pasang surut jenis ini banyak terdapat di perairan Indonesia Timur.
3. Pasang Surut Harian Tunggal (*Diurnal Tide*)  
 Dalam satu hari terjadisatu kali air pasang dan satu kali air surut. Periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit. Pasang surut tipe ini terjadi di perairan selat Karimata.
4. Pasang Surut Campuran Condong ke Harian Tunggal (*Mixed Tide Prevailing Diurnal*)  
 Pada tipe ini dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda. Pasang surut jenis ini terdapat di Selat Kalimantan dan Pantai Utara Jawa Barat.

### Metode Admiralty

Metode Admiralty merupakan metode empiris berdasarkan tabel-tabel pasang surut yang dikembangkan pada awal abad ke 20. Metode ini terbatas untuk menguraikan data pasang surut selama 15 atau 29 hari dengan interval pencatatan 1 jam. Metode ini menghitung amplitudo dan ketertinggalan *phasa* dari sembilan komponen pasut serta muka laut rata-rata (MSL). Tinggi muka air laut rata-rata (MSL) biasanya ditetapkan dari suatu *bench mark* tertentu yang dijadikan acuan leveling di daerah survey.

### Bilangan *Formzhal*

Bilangan *Formzhal* yakni pembagian antara amplitudo konstanta pasang surut harian utama dengan amplitudo konstanta pasang surut ganda utama. Hasil perhitungan bilangan *Formzhal* ini

akan menentukan jenis pasang surut apakah yang terjadi pada lokasi penelitian. Persamaan *Formzhal* (Anugrah, 2009) sebagai berikut:

$$F = \frac{A(K1) + A(O1)}{A(M2) + A(S2)}$$

dimana:

- F = Bilangan *Formzhal*
- O1 = Amplitudo komponen pasut tunggal utama yang disebabkan gaya tarik bulan
- K1 = Amplitudo komponen pasut tunggal utama yang disebabkan gaya tarik surya
- M2 = Amplitudo komponen pasut ganda utama yang disebabkan gaya tarik bulan
- S2 = Amplitudo komponen pasut ganda utama yang disebabkan gaya tarik surya

Dengan demikian klasifikasi pasang surut adalah:

1. Pasang surut harian ganda jika  $F \leq 0.25$
2. Pasang surut campuran (ganda dominan) jika  $0.25 < F \leq 1.5$
3. Pasang surut campuran (tunggal dominan) jika  $1.5 < F \leq 1.5$
4. Pasang surut harian tunggal jika  $F > 3$

### Elevasi Muka Air Rencana

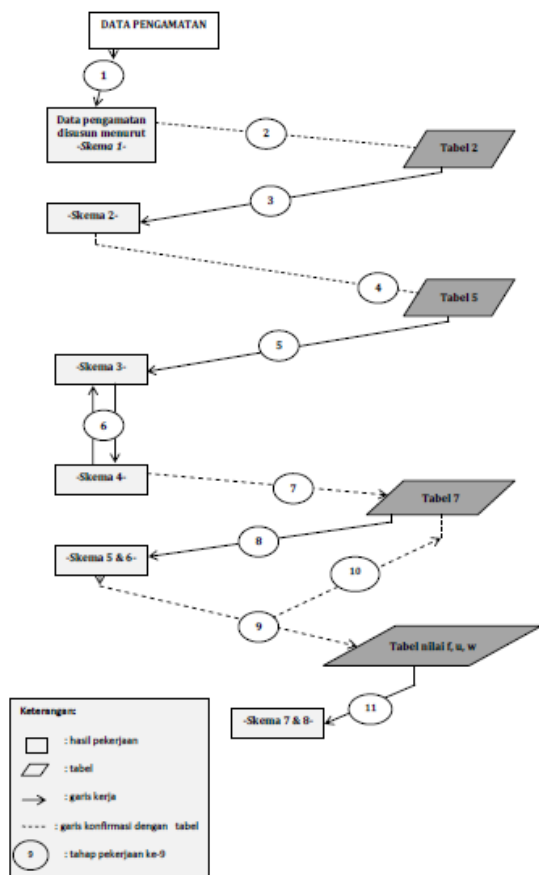
Elevasi muka air rencana diperlukan untuk pengembangan dan pengelolaan daerah pantai. Mengingat elevasi muka air laut selalu berubah setiap saat, maka diperlukan suatu elevasi yang ditetapkan berdasarkan data pasang surut, beberapa elevasi tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Muka air tinggi (*high water level*, HWL), muka air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang dalam satu siklus pasang surut.
- b. Muka air rendah (*low water level*, LWL), kedudukan air terendah yang dicapai pada saat air surut dalam satu siklus pasang surut.
- c. Muka air tinggi rerata (*mean high water level*, MHWL), adalah rerata dari muka air tinggi.
- d. Muka air renda rerata (*mean low water level*, MLWL), adalah rerata dari muka air rendah.
- e. Muka air laut rerata (*mean sea leve*, MSL), adalah muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata.
- f. Muka air tinggi tertinggi (*highest high water level*, HHWL), adalah air tinggi tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
- g. Muka air rendah terendah (*lowest low water level*, LLWL), adala air rendah terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
- h. *Higher high water level* (HHWL), adalah air tertinggi dari dua air tinggi dalam satu hari, seperti dalam pasang surut tipe campuran

i. *Lower low water level (LLWL)*, adalah air terendah dari dua air rendah dalam satu hari

Elevasi muka air rencana dapat ditentukan menggunakan komponen-komponen pasang surut yang didapat dari perhitungan analisa pasang surut dengan metode *Admiralty* diatas. Berikut penentuan elevasi muka air rencana :

- MSL = A(S0)
- HHWL = Muka Air tertinggi
- LLWL = Muka air terendah
- MHWL = MSL + (Range/2)S
- MLWL = MSL - (Range/2)
- Range = (2\*A(M2))+A(S2)



Gambar 2. Diagram Alir Pengolahan Data Pasang Surut Metode Admiralty

**Reklamasi**

Reklamasi lahan adalah proses pembentukan lahan baru di pesisir atau bantaran sungai. Reklamasi adalah kegiatan yang dilakukan dalam rangka meningkatkan manfaat sumberdaya lahan yang ditinjau dari sudut lingkungan dan sosial ekonomi dengan cara pengurugan, pengeringan lahan atau drainase. Reklamasi bertujuan untuk menambah luasan daratan untuk suatu aktivitas yang sesuai di wilayah tersebut. Sebagai contoh

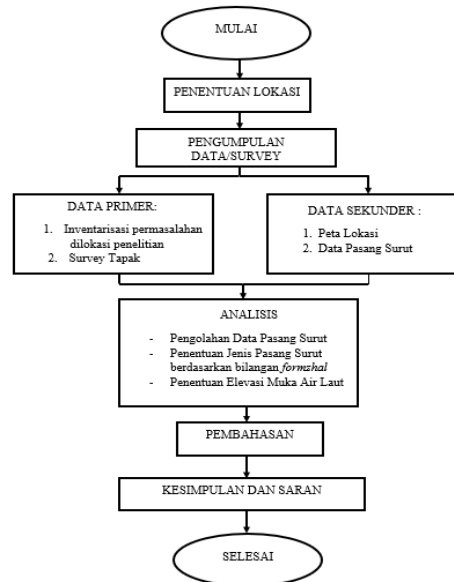
pemanfaatan lahan reklamasi adalah untuk keperluan industri, kawasan pariwisata, kawasan pemukiman, juga dapat dimanfaatkan untuk keperluan konservasi wilayah pantai.

Ada beberapa sistem yang menyangkut pertimbangan-pertimbangan, yaitu tujuan reklamasi itu sendiri, kondisi dan lokasi lahan, serta ketersediaan sumber daya. Beberapa sistem tersebut adalah sebagai berikut:

1. Sistem Kanalisasi
2. Sistem Polder
3. Sistem Urugan

**METODOLOGI PENELITIAN**

**Tahapan pelaksanaan penelitian**



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

**ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

**Analisis Pasang Surut Metode Admiralty**

Data pasang surut yang diperoleh merupakan data yang diperoleh dari lembaga BIG (Badan Informasi Geospasial ). Data pasang surut tersebut digunakan untuk penentuan tipe pasang surut serta elevasi muka air laut yang terjadi setelah dianalisis dengan metode *Admiralty*. Berdasarkan skema perhitungan pasang surut metode Admiralty, maka analisa data dari hasil pengukuran pasang surut di Pantai Sindulang adalah sebagai berikut.

Susunan Data Pasang Surut di Pantai Sindulang Periode 1 s/d 29 Oktober 2018 menurut Skema I

Tabel 1. Skema I

Jam	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	203	198	176	173	146	128	128	128	127	121	103	216	220	215	205	185	140	121	117	101	85	104	94	100	
2	153	165	169	138	148	133	120	107	115	116	101	171	183	186	180	185	186	155	134	141	122	115	141	111	
3	151	140	146	130	140	134	138	135	125	117	120	171	188	178	186	177	178	164	155	140	139	111	118	118	
4	134	129	128	126	129	127	146	147	136	138	139	151	150	154	161	161	160	150	140	127	115	115	111	111	
5	107	107	105	107	115	128	127	124	120	115	119	143	148	154	149	143	137	126	120	124	129	108	124	124	
6	115	107	96	95	97	101	101	103	100	101	118	142	132	121	104	111	107	105	117	109	106	104	104	104	
7	147	135	96	82	91	107	143	135	107	107	107	127	127	122	120	111	104	81	101	104	111	124	122	105	108
8	163	138	109	79	67	65	107	150	108	107	108	173	128	89	66	78	85	124	109	106	122	121	109	109	
9	158	148	100	82	72	76	105	151	103	103	141	222	189	152	105	66	54	46	78	120	170	158	211	158	
10	216	197	134	81	46	54	95	151	169	160	164	257	211	165	121	75	55	39	52	88	124	190	189	200	
11	207	191	150	93	66	66	76	113	160	175	142	253	252	201	152	104	61	44	41	89	116	165	177	174	
12	221	221	188	115	91	66	78	92	132	155	123	231	231	180	135	128	73	51	46	52	110	146	136	140	
13	212	217	189	148	122	94	85	104	124	140	144	240	253	247	208	171	125	91	74	79	88	98	116	146	
14	208	223	196	159	111	103	91	100	80	117	127	218	220	225	193	151	107	88	88	74	88	118	124	124	
15	174	180	165	152	142	136	127	126	124	126	124	206	228	241	200	165	126	112	77	67	81	100	86	105	
16	164	171	178	154	142	135	130	121	89	103	108	184	197	189	184	179	156	142	120	108	102	109	114	124	
17	158	166	157	138	124	122	119	127	113	111	147	175	181	182	171	166	154	145	145	132	124	121	115	118	
18	151	155	159	129	126	123	120	127	142	142	144	148	151	166	164	159	150	149	149	138	148	148	148	148	
19	138	122	112	121	126	128	142	151	155	160	147	139	135	124	144	154	150	157	168	159	171	152	148	158	
20	124	107	100	105	114	124	136	172	177	177	157	139	135	124	144	154	150	157	166	159	171	152	148	158	
21	114	107	100	105	114	124	136	172	177	177	157	139	135	124	144	154	150	157	166	159	171	152	148	158	
22	90	97	97	92	47	75	110	143	142	170	161	137	100	99	95	28	38	71	112	124	129	136	125	142	
23	103	84	86	73	31	57	86	138	167	160	178	158	138	88	29	10	19	48	94	104	129	135	136	146	
24	124	82	46	13	19	48	82	127	172	169	214	191	89	27	1	14	51	127	189	191	197	188	188		
25	142	91	47	17	1	31	69	108	158	159	221	202	108	107	61	26	1	1	29	70	123	129	106	103	
26	158	115	73	17	1	34	88	148	197	196	226	195	148	89	38	1	1	4	46	85	142	126	103	103	
27	158	145	97	48	23	40	65	118	168	202	204	207	167	128	76	36	1	1	38	57	111	105	105	105	
28	175	148	115	78	31	21	38	57	82	140	178	212	192	168	100	54	17	15	24	41	80	105	108	108	
29	148	121	104	94	52	36	30	54	70	124	148	194	201	188	137	107	66	57	38	39	41	62	81	107	

Ket: Air Tertinggi=260 ; Air terendah=1

Tabel di atas merupakan susunan data pasang surut disusun berdasarkan waktu jam-jaman dan tanggal pengamatan selama 29 hari.

Tabel 2. Konstantan pengali untuk menyusun Skema II

waktu (jam)																								
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
6	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
7	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
8	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
9	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
10	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
11	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
12	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
13	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
14	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
15	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
16	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
17	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
18	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
19	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
20	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
21	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
22	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
23	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
24	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

Tabel di atas merupakan tabel yang berisi konstanta-konstanta pengali selama 24 jam untuk tiap hari pengamatan, yang digunakan untuk penyusunan Skema II.

Tabel 3. Penentuan Nilai X1 untuk pengamatan tanggal 1 Oktober 2018

Tabel pengamatan 1 Okt 2018						
Jam	Data Pengamatan	Konstanta Pengali			Hasil Perkalian	
		0	-	+	0	-
00.00	203		-1			-203
1.00	198		-1			-198
2.00	176		-1			-176
3.00	173		-1			-173
4.00	146		-1			-146
5.00	128		-1			-128
6.00	108			1		108
7.00	128			1		128
8.00	127			1		127
9.00	121			1		121
10.00	183			1		183
11.00	216			1		216
12.00	220			1		220
13.00	215			1		215
14.00	205			1		205
15.00	193			1		193
16.00	149			1		149
17.00	131			1		131
18.00	117		-1			-117
19.00	101		-1			-101
20.00	95		-1			-95
21.00	104		-1			-104
22.00	94		-1			-94
23.00	109		-1			-109
Σ	3640					-1644 1996

Tabel 4. Skema II

TGL	X1		Y1		X2		Y2		X4		Y4	
	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
1	1996	1644	1733	1907	2044	1596	2137	1503	1232	1194	1893	1747
2	1935	1718	1919	1734	1941	1712	2049	1604	1188	1220	1815	1838
3	1898	1692	1910	1680	1762	1828	1905	1684	1220	1185	1798	1792
4	1808	1732	1928	1612	1649	1891	1742	1798	1177	1188	1819	17

2. Untuk X1, Y1, X2, Y2, X4, dan Y4 merupakan penjumlahan dengan melihat tanda (+) dan (-), dan untuk mengatasi hasilnya tidak ada yang negatif maka ditambahkan dengan bilangan pembantu dan dalam analisis ini digunakan bilangan pembantu (B) = 2000.

Dapat dilihat berdasarkan Tabel 4. tanggal 1 untuk nilai X1(+) = 1996, dan X1(-) = 1644 maka,

1.  $X_0 = 1996 + 1644 = 3640$ ,
2.  $X_1 = 1996 + (-1644) + (B) = 2352$

Tabel 6. Konstanta Pengali untuk Menghitung Harga X00, X10

Index kedua	0	2	b	3	c	4	d
Konstanta perkalian untuk 29 hari	-29	-1	0	-1	0	-1	0
Konstanta perkalian untuk X+B dan Y+B	1	1	0	-1	1	1	0
	1	1	-1	-1	1	1	-1
	1	1	-1	1	1	-1	-1
	1	-1	-1	1	1	-1	1
	1	-1	-1	1	-1	1	1
	1	-1	-1	1	-1	1	1
	1	-1	0	-1	-1	1	0
	1	-1	1	-1	-1	1	-1
	1	-1	1	-1	-1	-1	-1
	1	1	1	-1	1	-1	-1
	1	1	1	1	1	-1	-1
	1	1	0	1	0	1	0
	1	1	-1	1	-1	1	-1
	1	1	-1	1	-1	-1	-1
	1	1	-1	-1	-1	-1	-1
	1	-1	-1	-1	-1	-1	1
	1	-1	-1	-1	1	-1	1
	1	-1	-1	-1	1	1	1
	1	-1	0	-1	1	1	0
	1	-1	1	1	1	1	-1
	1	-1	1	1	1	1	-1
	1	1	1	1	-1	-1	-1
	1	1	1	1	-1	-1	1
	1	1	1	0	-1	-1	1
	1	1	0	-1	-1	1	0

Penyusunan hasil perhitungan X dan Y, indeks ke dua menurut Skema IV

Tabel 7. Skema IV

INDEX	TANDA	X	Y	$\bar{X}$	$\bar{Y}$
		TAMBAHAN		JUMLAH	
00	+	91522			
10	+	62864	57894	4864	
	-	58000	58000		-106
12	+	34533	29591		
	-	28331	28303	4202	-712
(29)	(-)(+)	2000	2000		
1b	+	26998	21874		
	-	24843	26049	2155	-4175
13	+	32753	30345		
	-	30111	27549	642	796
(29)	(-)(+)	2000	2000		
1c	+	29810	28064		
	-	30689	27837	-879	227
20	+	74094	51444		
	-	58000	58000	16094	-6556
22	+	39933	33723		
	-	34161	17721	3772	14002
(29)	(-)(+)	2000	2000		
2b	+	37368	19570		
	-	23859	22287	13509	-2717
23	+	38015	26081		
	-	36079	25363	-64	-1282
(29)	(-)(+)	2000	2000		
2c	+	33882	25362		
	-	37469	23541	-3587	1821
42	+	30339	30947		
	-	27934	28553	405	394
(29)	(-)(+)	2000	2000		
4b	+	24218	24648		
	-	24010	24461	208	187
44	+	30283	30786		
	-	27990	28714	293	72
(29)	(-)(+)	2000	2000		
4d	+	24022	24711		
	-	24206	24398	-184	313

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 8. Daftar Faktor Analisa untuk Pengamatan 29 Hari (29 Pinatan)

1	2	S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	M54
3	4	5	6	7	8	9	10		
Untuk skema V	X00	1.000							
	X10					1.000	-0.080		
	X12 - Y1b		0.070			-0.020	1.000		0.020
	X13 - Y1c								
	X20		-0.030	1.000	-0.030				
	X22 - Y2b		1.000	0.015	0.038	0.002	-0.058		-0.035
	X23 - Y2c		-0.060		1.000				
X42 - Y4b		0.030						1.000	
X44 - Y4d								1.000	
Untuk skema VI	Y10					1.000	-0.080		
	Y12 + X1b		0.070			-0.020	1.000		0.030
	Y13 + X1c								
	Y20		-0.030	1.000	-0.030				
	Y22 + Y2b		1.000	0.015	0.032	-0.058			-0.035
	Y23 + X2c		-0.060		1.000				
	Y42 + X4b		0.030					0.010	1.000
Y44 + X4d							1.000	0.080	
Untuk skema VII	Deler P		559	448	556	439	565	507	535
Untuk skema VII	Konst. P	696	333	345	327	173	160	307	318

Penyusunan Hasil Perhitungan Besaran X dan Y dari Konstanta-Konstanta Pasut Untuk 29 Pinatan Menurut Skema V dan Skema VI

Tabel 9. Skema V dan VI

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X00	=	91522	91522.0	0	0	0	0	0	0
X10	=	4864	0	0	0	4864.0	-389.1	0	0
X12 - Y1b	=	8377	0	586.4	0	0	-167.5	8377.0	0
X13 - Y1c	=	415	0	0	0	0	0	0	0
skema V	=	16094	0	-482.8	16094.0	-482.8	0	0	0
Harga	X22 - Y2b	=	6489	0	6489.0	97.3	246.6	13.0	-376.4
P.R. Cos	X23 - Y2c	=	-1885	0	113.1	0	-1885.0	0	0
X42 - Y4b	=	218	0	6.54	0	0	0	0	218.0
X44 - Y4d	=	-20	0	0	0	0	0	0	-20.0
	$\Sigma$	0	91522.0	6712.2	16191.3	-2121.2	4709.4	7611.5	-20.0
Y10	=	-106	0	0	0	0	-106	8.5	0
Y12 + X1b	=	1443	0	101.0	0	0	-28.9	1443	43.3
Y13 + X1c	=	43	0	0	0	0	0	0	0
skema VI	=	6556	0	196.7	-6556.0	196.7	0	0	0
Harga	Y22 + Y2b	=	27511	0	27511.0	412.7	880.4	0	-1595.6
P.R. Sin	Y23 + X2c	=	-4869	0	292.1	0	-4869.0	0	0
X42 + X4b	=	602	0	18.1	0	0	0	0	6.0
X44 + X4d	=	-112	0	0	0	0	0	0	-112.0
	$\Sigma$	0	28118.9	-6143.3	-3792.0	-134.9	-144.2	-106.0	-326.6
KONSTANTA		S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	M54

Sumber: Hasil Perhitungan

Penyusunan hasil perhitungan besaran X dan Y dari konstanta-konstanta pasut untuk 29 pinatan menurut Skema V dan Skema VI

Tabel 10. Skema VII

Baris Ke.		S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	M54	K2	P1
1	V: PR cos r :	91522.0	6712.2	16191.3	-2121.2	4709.4	7611.5	-20.0	156.8		
2	VI: PR sin r :	0	28118.9	-6143.3	-3792.0	-134.9	-144.2	-106.0	-326.6		
3	PR:	91522.0	28908.9	17317.6	4345.0	4711.4	7612.9	107.9	362.3		
4	p :	696	333	345	327	173	160	307	318		
5	f :	0	1	1	1	1	1.017	1.027	1	1	1.021
6	1 + w :	0	1	1.19	1.18	0.85	1	1	1.19		
7	V' :	282.4	0	130.5	-9.8	272.5	0	0	0	0	0
8	V'' :	183.9	0	217.1	269.1	274.8	0	0	0	0	0
9	V''' :	18.7	0	195.7	13.8	4.9	0	0	0	0	0
10	V+V'+V''+V''' :	485	0	543.3	292.7	552.2	970	485	0	0	0
11	u :	2.1	0	0	8.8	-10.6	4.2	0	0	0	0
12	w :		14.76		18.62				14.76		
13	p :		559	448	556	439	565	507	535		
14	r :		76.56005	339.2289	240.7725	358.3535	358.8923	259.3	295.64123		
15	jumlah g :		1050.29	463.14	1101.09	759.14	1106.62	1486.50	1036.85		
16	n*360 :		720	360	1080	720	1080	1440	720		
17	A (cm) :	131	87	42	11	32	46	0	1	11	10
18	g' :		330	103	21	39	27	46	317	103	39

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 11. Skema VIII

	S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	M54	K2	P1
A (cm) :	131	87	42	11	32	46	0	1	11	10
g' :	0	330	103	21	39	27	46	317	103	39

Sumber: Hasil Perhitungan

### Penentuan Tipe Pasang Surut

Berdasarkan hasil yang didapat untuk komponen-komponen pasang surut dengan menggunakan metode Admiralty maka dapat

ditentukan tipe pasang surut yang terjadi di pantai Sindulang dengan menggunakan bilangan *Formzhal* (F). Dimana F ditentukan sebagai berikut:

$$F = \frac{K1+01}{M2+S2} = \frac{32+46}{330+103} = 0.180$$

dimana:

- F = Nilai *Formzhal*
- A = Amplitudo
- K1 dan 01 = Konstanta pasut harian utama
- M2 dan S2 = Konstanta pasut ganda utama

Pasang surut termasuk pasang surut tipe Campuran Condong ke Harian Ganda (*Mixed Tide Prevailing Semidiurnal*) dengan nilai  $0 < F < 2.5$

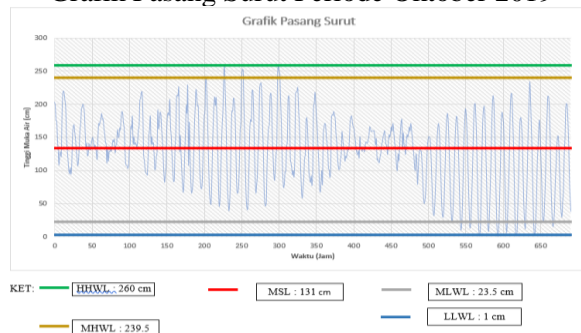
### Penentuan Elevasi Muka Air Laut

Tabel 12. Elevasi Muka Air Laut

Elevasi Muka Air	Data	Satuan
HHWL	260	cm
MHWL	239.5	cm
MSL	131	cm
MLWL	23.5	cm
LLWL	1	cm
Range	216.0	cm

Sumber: Hasil Perhitungan

Grafik Pasang Surut Periode Oktober 2019



## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data pasang surut di Pantai Sindulang Kota Manado, maka dapat disimpulkan:

1. Tipe pasang surut yang terjadi di Pantai Sindulang ialah tipe Pasang Surut Harian Ganda (*Semi Diurnal Tide*) dengan nilai  $F=0.180 \leq 0.25$  dimana konstanta-konstanta yang didapat dari hasil analisis adalah sebagai berikut:

	S0	M2	S2	N2	K1	01	M4	MS4	K2	P1
A (cm) :	131	87	42	11	32	46	0	1	11	10
g' :	0	330	103	21	39	27	46	317	103	39

2. Elevasi muka air laut tertinggi (HHWL) terjadi sebesar 260 cm (+129 cm dari MSL) dan elevasi muka air laut terendah terjadi sebesar 1cm (-130 cm dari MSL).

### Saran

1. Nilai elevasi muka air tertinggi (HHWL) yang diperoleh sebesar 260 cm sebaiknya menjadi acuan atau dasar dalam perencanaan sistem reklamasi, dan juga acuan dalam menentukan tinggi elevasi lahan yang akan direklamasi.
2. Hasil analisis pasang surut ini juga dapat membantu program pemerintah terkait perencanaan reklamasi ataupun pengembangan selanjutnya pada daerah Pantai Sindulang.

## DAFTAR PUSTAKA

Bachmid, Munifah., M. Ihsan Jasin, J. D. Mamoto, 2018. *Analisis Pasang Surut di Pantai Moinit Pada Daerah PLTU Amurang Kabupaten Minahasa Selatan*. Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.4 April 2018 (225-234) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi. Manado.

Badan Informasi Geospasial, 2018. Data Pasang Surut Bulan Oktober 2018 Pantai Sindulang.

Fadillah, 2014. *Menentukan Tipe Pasang Surut dan Muka Air Rencana Perairan Laut Kabupaten Bengkulu Tengah Menggunakan Metode Admiralty*. Skripsi Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro. Semarang

Korto, Jufri., M. Ihsan Jasin, J. D. Mamoto, 2015. *Analisis Pasang Surut di Pantai Nuangan (Desa Iyok) Boltim dengan Metode Admiralty*. Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.6 Juni 2015 (391-402) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi. Manado.

Triadmojo, Bambang, 1999. *Pelabuhan*, Beta Offset, Yogyakarta.

Triadmojo, Bambang, 1999. *Teknik Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta.