

Studi Perubahan Fase Bulan Terhadap Nilai Tunggang Pasang Surut Dan Slack Water Dari Penanggalan Hijriah

Puteri Buana Rizqi¹, Devina Rayzy Perwitasari Sutaji Putri¹, Idris Mandang*²

¹Program Studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

²Program Studi Geofisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

*Email: idris@fmipa.unmul.ac.id

ABSTRAK

Penanggalan hijriah atau biasa disebut sebagai penanggalan islam adalah sistem penanggalan yang menggunakan pergerakan bulan sebagai acuannya. Dalam ilmu Oseanografi, pergerakan bulan mempengaruhi dinamika pasang surut. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah mengetahui hubungan fase bulan terhadap tunggang pasang surut dan *slack water*. Penelitian ini berlokasi di Dermaga Pantai Mutiara Muara Badak pada tanggal 29 Januari – 17 Februari 2107. Penelitian ini menggunakan metode *Least Square* untuk menganalisis konstanta pasang surut dan algoritma *Fast Fourier Transform* untuk tipe pasang surut. Hasil yang didapatkan adalah pasang tertinggi terjadi saat masuknya bulan purnama dikarenakan posisi bumi dan bulan sejajar dengan matahari sehingga gaya tariknya lebih besar. Penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi tentang penentuan penanggalan hijriah menurut nilai tunggang pasang surut.

Kata Kunci: *Slack Water*, Tunggang Pasang Surut, Penanggalan Hijriah

ABSTRACT

Hijri calendar or commonly referred as Islamic dating is a dating system that uses the movement of the moon as a reference. In oceanography, the movement of the moon affects tidal dynamics. The purpose of this study is to find out the relationship of the moon's phase to tidal range and slack water. This research is located at Mutiara Muara Badak Beach on January 29 - February 17, 2107. The study used the Least Square method to analyze tidal constants and the Fast Fourier Transform algorithm for tidal types. The result obtained is the highest tide occurs during the entry of the full moon because the position of the earth and moon parallel to the sun so that the attraction is greater. This research is expected to provide information about the determination of hijri dating according to the value of tidal mounts.

Keywords: *Slack Water, Tidal Range, Hijri Dating*

1. PENDAHULUAN

Sistem penanggalan yang umum digunakan adalah penanggalan masehi, dimana penanggalan ini bergantung pada revolusi bumi. Penanggalan hijriah atau

biasa disebut sebagai penanggalan Islam adalah sistem penanggalan yang menggunakan pergerakan bulan sebagai acuannya (*lunar planet*) [3].

Dalam ilmu Oseanografi, pergerakan bulan mempengaruhi dinamika pasang surut. Pasang surut diartikan sebagai naik turunnya muka air laut secara periodik yang disebabkan oleh gaya tarik benda-benda angkasa yaitu bumi, bulan, dan matahari.

Fase bulan dibagi menjadi empat yakni diawali dengan fase bulan baru, disusul oleh fase bulan kuartil pertama, fase bulan purnama, fase bulan kuartil kedua dan kembali ke fase bulan baru [5].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan pasang surut berdasarkan perbedaan fase bulan dengan menghitung selisih elevasi air saat pasang maksimum dan surut minimum, serta mengetahui perbedaan komponen pasang surut dominan dari empat fase bulan.

2. TEORI

Penanggalan hijriah sering disebut dengan penanggalan Islam sekaligus juga sebagai kalender astronomi dan aritmatika yang mengikuti sistem pergerakan bulan atau *lunar system*. Kalender aritmatika yaitu kalender yang disusun berdasarkan perhitungan matematika, bukan berdasarkan observasi/rukyat. Kalender aritmatika merupakan kalender yang dapat dihitung dengan mudah “hisab” karena didasarkan atas rumus dan perhitungan aritmatik. Dalam kalender hijriah, penanggalan dimulai ketika terbenamnya matahari atau saat terbitnya bulan setiap hari. Penanggalan hijriah sangat memperhatikan tanda-tanda alam dalam peredaran bulan [3].

Pasang surut adalah fenomena naik dan turunnya permukaan air laut secara periodik yang disebabkan oleh pengaruh gravitasi benda langit terutama bumi, bulan, dan matahari [2].

Salah satu hasil analisis data pasang surut adalah tunggang pasang surut (*tidal range*). Tunggang pasang surut adalah nilai amplitudo dari selisih nilai maksimum dan minimum pergerakan pasang surut yang terbentuk dalam satu siklus selama periode tertentu [4].

Bilangan Formzahl adalah pembagian antara amplitudo konstanta pasang surut harian tunggal utama dengan amplitudo konstanta pasang surut ganda utama. Hasil perhitungan bilangan Formzahl ini akan diketahui tipe pasang surut pada suatu perairan. Perhitungan tipe pasang surut menggunakan persamaan Formzahl sebagai berikut:

$$F = \frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2} \quad (1)$$

Dengan demikian klasifikasi pasang surut adalah: [5]

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 $1,5 < F \leq 3$; dan
4. Pasang surut harian tunggal jika $F > 3$.

Terdapat dua macam gaya utama yang bekerja pada bumi dalam kaitannya dengan rotasi sistem bumi-bulan, yaitu gaya gravitasi bulan:

$$\vec{F}_{me} = -G \frac{M_m M_e}{r_{me}^2} \hat{r}_{me} \quad (2)$$

dan gaya sentrifugal bumi yakni:

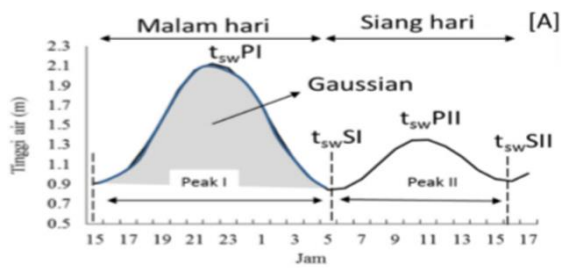
$$\vec{F}_{sfm} = M_m \omega^2 \vec{r}_m \quad (3)$$

Dalam keadaan setimbang, gaya gravitasi bulan sama dengan gaya sentrifugal bumi yaitu $F_{em} = F_{sfe}$. Oleh karena itu:

$$M_e \omega^2 r_e = G M_m \frac{M_e}{r_{em}^2} \quad (4)$$

[1].

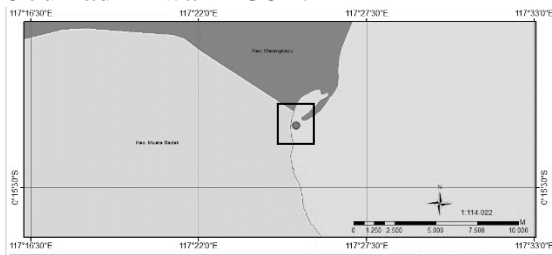
Slack water (t_{sw}) adalah waktu yang diperlukan untuk menuju kondisi pasang dan surut. Analisis *slack water* dibagi menjadi 2 waktu yaitu saat siang (*Peak I*) dan malam (*Peak II*). t_{sws} adalah waktu titik balik pergerakan pasang surut dari kondisi surut menuju pasang dan t_{swp} adalah waktu titik balik pergerakan pasang surut dari kondisi pasang menuju surut [3].



Gambar 1. Pola pergerakan pasang surut skala harian

3. METODE

Penelitian ini berlokasi di Dermaga Pantai Mutiara Badak berada pada koordinat 00°13'26,8" LS dan 117°25'11,2" BT dengan waktu pengambilan data dari 29 Januari 2017 sampai 17 Februari 2017 atau dalam penanggalan hijriah 1 Jumadil Awal sampai 20 Jumadil Awal 1438H.



Gambar 2. Lokasi penelitian

Pengolahan data menggunakan data observasi yang diambil dari alat *Tide Gauge* selama ±1 bulan, adapun data pendukung berupa data waktu pergantian fase bulan dari *software Accurate Times*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data bulan dibagi menjadi empat fase yaitu saat bulan baru, seperempat pertama, bulan purnama, dan seperempat terakhir.

Gambar di bawah merupakan grafik pasang surut dengan perbedaan sebesar 5 cm dan ketelitian sebesar 2% menggunakan perhitungan analisis statistik RRE

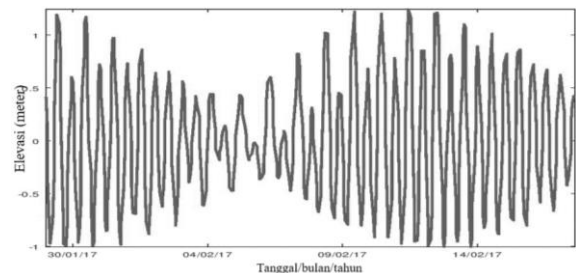
By the Name of Allah
 Islamic Crescents' Observation Project
 Accurate Times 5.3, By Mohammad Odeh

Settings:-
 - Geocentric Phases of The Moon for The Year: 2017 CE
 - baru, Long: 117:25:11,0, Lat: 00:13:26,0, Ele:0,0, Zone:3,00
 - No Summer Time
 - Time Reference is Local (UT1), Delta T: 70,25 Second(s)

New Moon	First Quarter	Full Moon	Last Quarter
28/01/2017 03.07	05/01/2017 22.47	12/01/2017 14.34	20/01/2017 01.13
	04/02/2017 07.19	11/02/2017 03.33	18/02/2017 22.33

Gambar 3. Waktu tampak bulan

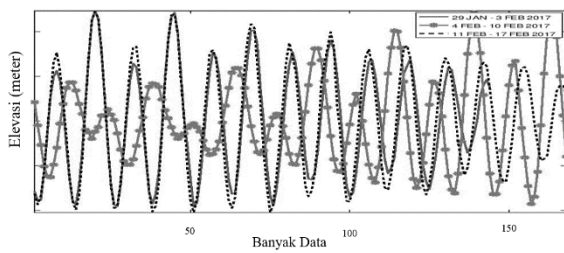
Berdasarkan data yang diperoleh dari *Accurate Time*, indikasi bulan baru terjadi pada tanggal 28 Januari 2017 pada pukul 08.08 WITA. Kemudian untuk indikasi seperempat pertama terjadi pada tanggal 4 Februari pada 2017 pada pukul 12.20 WITA, dan indikasi bulan purnama terjadi pada tanggal 11 Februari 2017 pada pukul 08.34 WITA.



Gambar 4. Elevasi pasang surut

Nilai *High Astronomical Tide (HAT)* sebesar 1.244 meter, sedangkan *nilai Low Astronomical Tide (LAT)* sebesar -1.005 meter. Nilai HAT terjadi pada tanggal 11 Februari 2017 dimana pada tanggal ini terjadi indikasi masuknya bulan purnama sesuai hasil dari *Accurate Time*. Seperti yang terlihat pada **Gambar 3.**, kondisi *neap* terjadi pada tanggalan hijriah yang mengindikasikan terjadinya fase seperempat sedangkan selain tanggal tersebut kondisi pasang surut yang terjadi adalah *spring*. Nilai HAT terjadi pada fase bulan purnama yang mengakibatkan kondisi pasang surut *spring* karena pada fase ini letak bumi bulan dan matahari berada pada satu garis lurus sehingga gaya tarik yang dihasilkan akan lebih besar. Sedangkan pada kondisi pasang surut *neap* yang mengakibatkan pasang surut memiliki elevasi yang rendah karena pada fase ini letak bumi dan bulan tegak lurus terhadap matahari sehingga gaya tarik yang dihasilkan kecil.

Gambar dibawah merupakan plot pasang surut per fase bulan. Pasang surut pada fase bulan baru dan bulan purnama mempunyai pola yang relatif sama walaupun tinggi muka airnya berbeda.



Gambar 5. Pasang surut menurut fase bulan

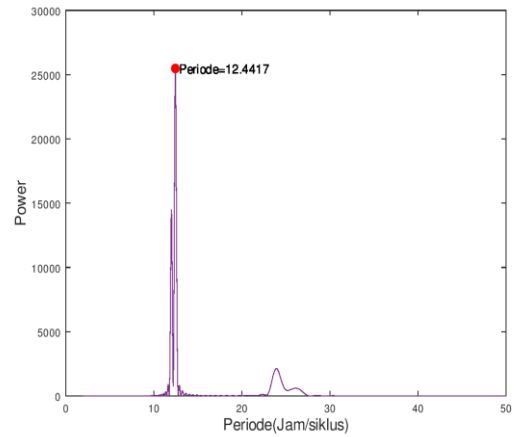
Pada penelitian ini analisis konstanta pasang surut menggunakan metode *Least Square*.

Tabel 1. Hasil Amplitudo Konstanta Pasang Surut

Fase Bulan	Amplitudo (m)									
	MSL Z0	M2	Semi Diurnal				Diurnal		Perairan Dangkal	
	Z0	M2	S2	N2	K2	K1	O1	P1	M4	MS4
Bulan Baru	1.0111	0.5853	0.3555	0.0528	0.0713	0.4307	0.1434	0.2741	0.0001	0.0001
Seperempat	1.0109	0.5589	0.3844	0.0828	0.0740	0.3970	0.1704	0.2913	0.0001	0.0001
Purnama	1.0109	0.5728	0.3691	0.0825	0.0511	0.3350	0.1150	0.3307	0.0002	0.0002

Amplitudo konstanta M2 bernilai dominan dari semua konstanta pasang surut di semua fase bulan, namun perubahan nilai yang dihasilkan pada setiap fase tidak signifikan. fenomena yang terjadi pada M2 adalah gaya tarik yang besar akibat gravitasi bulan dengan orbit lingkaran dan sejajar ekuator bumi. Jenis pasang surut yang terbentuk merupakan jenis pasang surut semi diurnal yaitu pasang surut yang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari. Namun untuk lebih mengetahui tipe pasang surutnya, dapat menggunakan perhitungan bilangan Formzahl. Nilai Formzahl yang didapatkan berada antara 0.3 sampai 0.6, mengindikasikan bahwa tipe pasang surut yang ada di perairan ini merupakan tipe pasang surut campuran ganda.

Untuk mengetahui periode pasang surut harian digunakan algoritma *Fast Fourier Transform* (FFT)



Gambar 6. FFT pasang surut

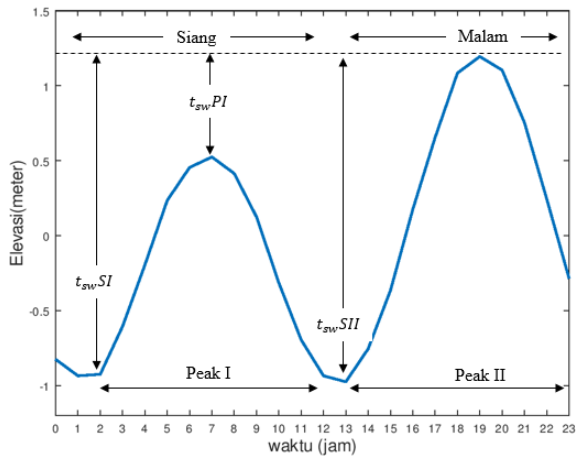
Didapatkan periode yang mengindikasikan satu kali siklus pasang surut selama 12.44 jam.

Tinggi muka air maksimum dan minimum diperoleh nilai tunggang pasang surut. Pada fase bulan baru nilai tunggang pasang surut sebesar 2.185 meter, fase seperempat bulan 1.884 meter, dan fase bulan purnama sebesar 2.227 meter.

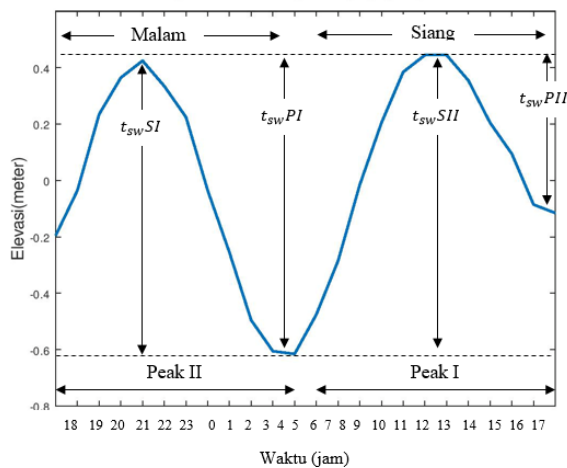
Tabel 2. Perhitungan tunggang pasang surut setiap fase bulan

	Bulan Baru	Seperempat Pertama	Bulan Penuh
HAT (m)	1,206	1,129	1,216
LAT (m)	-0,979	-0,755	-1,011
Tunggang Pasut (m)	2,185	1,884	2,227

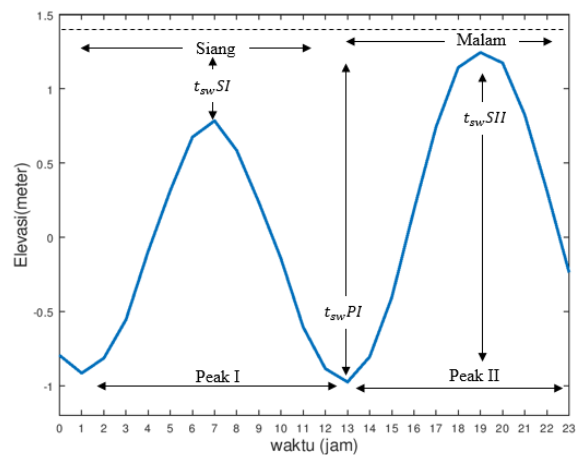
Dari tiga fase bulan, nilai tunggang pasang surut lebih besar terjadi pada fase bulan baru dan bulan purnama.



(a)



(b)



(c)

Gambar 7. Slack water

Gambar di atas merupakan slack water skala harian pada hari yang mengindikasikan terjadinya awal fase (menurut accurate

time). Gambar 6a, 6b, dan 6c secara berurutan adalah slack water pada fase bulan baru, seperempat, dan bulan purnama. Slack water dibagi menjadi 2 waktu, yaitu saat siang hari dan malam hari agar dapat dilihat perubahan surut di kedua waktu tersebut. Elevasi pada malam hari lebih tinggi daripada elevasi siang hari, hal ini dikarenakan adanya pengaruh gaya tarik antara bumi-bulan lebih besar dibanding gaya tarik bumi-matahari. Bulge (puncak) pasang surut terjadi kurang lebih 3 jam setelah adanya indikasi bulan baru [3]. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari Accurate Time, terdapat perbedaan waktu sekitar 12 jam, fase bulan baru terjadi pada pukul 08:08 sedangkan fase bulan purnama terjadi pada pukul 08:34. Perbedaan waktu ini kemungkinan disebabkan oleh topografi di lokasi pengambilan data yang merupakan pantai berpasir. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa ukuran material pantai berbatu lebih cepat memberi pengaruh naiknya permukaan air dibandingkan dengan material berpasir [6].

5. KESIMPULAN

Tunggang pasang surut pada fase bulan baru dan fase bulan purnama lebih tinggi daripada fase seperempat bulan pertama, hal ini disebabkan oleh posisi bumi dan bulan sejajar dengan matahari sehingga gaya tariknya lebih besar. Konstanta dominan yang dihasilkan dari ketiga fase tersebut adalah konstanta M_2 , yang artinya pasang surut ini dipengaruhi oleh gaya tarik bulan. Adapun tipe pasang surut pada perairan ini menurut hasil perhitungan Formzahl memiliki tipe pasang surut campuran semi diurnal, yaitu pasang surut yang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari namun memiliki perbedaan tinggi dan interval yang berbeda.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik berkat bantuan dari beberapa pihak, untuk itu peneliti ucapkan terimakasih kepada Ashadi Arifin N. dan teman-teman atas sumbangsih data yang dipakai dalam peneletian. Juga ucapan terimakasih yang sangat mendalam kepada seluruh anggota Lab Oseanografi yang telah membantu baik tenaga maupun motivasi.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. K. Miharja, "Pasang surut," no. 2, 1999. Pasang surut. Bandung. Oseanography Physics Institut Teknologi Bandung
- [2] E. Poerbondono. N. Djunarsjah, "Survey Hidrografi," 2005. Survey Hidrografi. Bandung : PT. Refika Aditama
- [3] S. Salnuddin, "Indikator Penciri Penanggalan Hijriah pada Pergerakan Pasang Surut," *AHKAM J. Ilmu Syariah*, 2017.
- [4] Salnuddin, I. W. Nurjaya, I. Jaya, and N. M. N. Natih, "TIDAL RANGE CALCULATION BASED ON THE LOCAL KNOWLEDGE OF THE SAMA ETHNIC GROUP IN THE EASTERN INDONESIA," *J. Ilmu dan Teknol. Kelaut. Trop.*, 2015.
- [5] J. Korto, M. I. Jasin, and J. D. Mamoto, "Analisis pasang surut di pantai nuangan (desa iyok) boltim dengan metode admiralty," *Sipil Stat.*, 2015.
- [6] Y. J. Chen, G. Y. Chen, H. D. Yeh, and D. S. Jeng, "Estimations of tidal characteristics and aquifer parameters via tide-induced head changes in coastal observation wells," *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 2011.