

Ethno Tide Masyarakat Pesisir Indonesia Timur Dalam Menentukan Penanggalan Hijriah

Salnuddin^{1*}, Nurhalis Wahidin², Muhamad Said Alhadad²

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Khairun

²Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Khairun

Jl. Yusuf Abdulrahman, Kampus II Gambesi, Ternate, Maluku Utara, 97719, Indonesia

Email: sal.unkhair@gmail.com

Abstract

Ethno Tide Of Coastal Communities in East Indonesia on Determining The Hijri Calendar

Eastern Indonesian communities determine the Hijri calendar not only by observing the size of the moon, but also by observing changes in the tides in relation to the times of the fardhu prayers. Their knowledge in interpreting tidal phenomena is known as ethno-tide. Identification of tidal characteristics is needed as scientific proof of the validity of ethno-tide. Ethno-tide in Eastern Indonesia is a scientific truth. The consistency of the occurrence of Tsw relative to prayer times is relatively small (deviation < 44 minutes, and the occurrence of slack water (T_{sw}) is an indicator of the age of the moon and is effective (simple) for determining the Hijri calendar. The TSW time at peak II (daytime) is more effective in identifying the age of the moon than the TSW that occurs at peak I (nighttime). Each TSW that occurs during the time span of the fardhu prayer informs the age of the moon in a lunar phase. The age of the moon from the new moon phase (BB) to the first quarter phase (BB-KW1) for the 1-5 H calendar is more effectively shown by TSW-SI, which occurs between the Asr and Isha prayers. Slack water for the first quarter phase (5-10 H) occurs between dawn and afternoon prayers due to Tsw-SII. The average daily shift of Tsw at the beginning of the Hijri month is 48 minutes, which is close to the shift during the full moon phase (49 minutes). The daily shift during the first quarter phase (01:23) is smaller than that during the second quarter (02:50), while during the end of the month (new moon) phase it is 53 minutes.

Keywords: moon age; Hijr Callender; moon lighting; fard shalat; slack water

Abstrak

Masyarakat Indonesia timur menentukan penanggalan hijriah selain melihat ukuran cakram bulan, mereka juga mengamati perubahan pasang surut terhadap waktu shalat fardhu. Pengetahuan mereka dalam menerjemahkan fenomena pasang surut disebut dengan ethno-tide. Diperlukan identifikasi karakter pasang surut sebagai bukti kebenaran ilmiah dari ethno tide tersebut. Ethno tide masyarakat indonesia Timur adalah suatu kebenaran ilmiah. Konsistensi waktu terjadinya Tsw terhadap waktu shalat relatif kecil (deviasi < 44 menit. Waktu terjadinya slack water (T_{sw}), merupakan indikator penciri dari umur bulan dan efektif (sederhana) dalam menentukan penanggalan hijriah. Waktu T_{sw} pada peak II (siang hari) lebih efektif mengidentifikasi umur bulan dibandingkan Tsw yang terjadi di peak I (malam hari). Setiap Tsw yang terjadi pada rentang waktu shalat fardhu menginformasikan umur bulan dalam satu fase bulan tertentu. Umur bulan dari fase bulan baru (BB) ke fase kuartil 1 (BB-KW1) untuk penanggalan 1 – 5 H lebih efektif diperlihatkan Tsw-SI yang terjadi antara Shalat Ashar dan Isha. Slack water untuk penanggalan di fase kuartil I (5 – 10 H) terjadi dalam rentang shalat shubuh ke Ashar oleh Tsw-SII. Rata-rata pergeseran Tsw harian awal bulan hijriah sebesar 48 menit yang mendekati pergeseran saat fase purnama (49 menit). Pergeseran harian saat fase kuartil 1 (01:23) lebih kecil dibandingkan kuartil 2 (02:50) sedangkan saat fase akhir bulan (bulan mati) sebesar 53 menit

Kata Kunci: umur bulan; Penanggalan Hijriah; cakram bulan; Shalat fardhu; slack water

PENDAHULUAN

Masyarakat pesisir adalah sekumpulan Masyarakat yang mendiami wilayah pesisir yang memiliki dan membentuk budaya spesifik serta sangat tergantung pada sumberdaya pesisir di sekitarnya (Satria, 2015), sebagai kelompok dengan entitas sosial dengan karakteristik mewariskan nilai-nilai sosial terdahulu dan bersifat terbuka (Djelic, 2008; Fatmawati, 2022). Aspek budaya mereka mewariskan tradisi (Gerhardinger et al., 2024), baik dalam bentuk ritual maupun dalam kearifan ekologi. Masyarakat Indonesia Timur dan Masyarakat lainnya, memiliki sistem sosial-budaya yang khas serta tata cara tersendiri dalam melangsungkan kehidupan, bahkan setiap masyarakat pesisir memiliki sistem religi/kepercayaan (Bramantyo et al., 2021). Salah satu pengetahuan penting sebagai bagian dari pengetahuan spesifik masyarakat pesisir yang diwariskan adalah pengetahuan

dalam menentukan tanggal dalam penanggalan hijriah melalui pergerakan pasang surut, sebagai pengetahuan klasik dalam Pendidikan oseanografi (Gerhardinger *et al.*, 2024). Pengetahuan tersebut ditunjukkan oleh masyarakat pesisir di Indonesia timur oleh masyarakat pada Kesultanan Tidore dalam menentukan awal bulan baru hijriah dengan mengamati waktu terjadi titik balik/slack water (T_{sw}) pergerakan pasang surut yang disebut Metode Joguru (Salnuddin, 2017). Aktivitas masyarakat pesisir lainnya oleh dari Suku Sama (Orang Bajo) merencanakan aktivitas saat fase kuartil atau "fase Konda" (Salnuddin; & Rakhfid, 2017), penentuan tunggang air pasang surut yang disebut dengan metode suku sama (Salnuddin *et al.*, 2015a). Variasi tinggi air tiap puncak (*peak*) siklus harian pasang surut berdasarkan posisi deklinasi bulan dan selanjutnya menyebutnya dengan Metode Manzillah (Salnuddin, 2016). Pengetahuan masyarakat (kearifan lokal) tersebut terhadap aspek laut disebut *ethno oceanography* (Aswani *et al.*, 2025), yaitu suatu kajian kemasyarakatan (*ethno*) tentang fenomena lingkungan dan interaksi masyarakat dengan kehidupan makhluk hidup atau cara masyarakat berinteraksi dengan lingkungan laut untuk memanfaatkan dan mengoptimalkan sumberdaya disekitar mereka. Definisi *ethno-oceanography* tersebut memberi ruang yang sangat luas dari aspek oseanografi yang meliputi *ethno* tentang aspek ekologi, fisika oseanografi, perikanan maupun aspek sosialnya. *Ethno oceanography* dalam artikel ini lebih spesifik menguraikan kearifan lokal terhadap pasang surut air laut dan disebut *ethno tide*.

Penentuan tanggal hijriah, secara umum dapat dipahami korelasinya dengan pergerakan pasang surut, pergerakannya dikontrol oleh pergerakan bulan dan matahari terhadap bumi (Pugh & Wooworth, 2014), sedangkan pergerakan bulan terhadap bumi menjadi dasar sistem penanggalan hijriah/Qamariah atau *Lunar calender* (Kunth & Koubek, 2025). Masyarakat pesisir Indonesia timur umumnya menentukan penanggalan hijriah dengan mengamati ukuran cakram bulan atau *ethno astronomy* (Fatmawati, 2022), juga mengamati waktu terjadinya titik balik pergerakan pasang surut (*slack water*). Cara tersebut lebih efektif (mudah diamati) dan relatif dapat dipantau setiap saat tanpa gangguan cuaca akibat tutupan awan dan hujan. Pengamatan waktu terjadinya titik balik pergerakan pasang surut (T_{sw}) diwaktu tertentu (shalat fardhu) sebagaimana yang diterapkan pada Metode Joguru (Salnuddin *et al.*, 2017). Kearifan lokal (*ethno tide*) tersebut membutuhkan pembuktian ilmiah atas konsistensi waktu T_{sw} pergerakan pasang surut terhadap waktu shalat fardhu dalam menentukan penanggalan hijriah.

MATERI DAN METODE

Data tinggi air pergerakan pasang surut (hourly) diperoleh dari *University of Hawaii Sea Level Center* (UHSLC) pada link <http://uhslc.soest.hawaii.edu/data/download/rq> pada Stasiun Bitung dengan nomor stasiun oleh *Joint Archive for Sea Level* (JASL#:033A). Lokasi Stasiun data berada pada posisi astronomi $01^{\circ} 26.4'$ LU dan $125^{\circ} 11.6'$ BT, mewakili sumber informasi masyarakat pesisir yang menentukan penanggalan hijriah dari pergerakan pasang surut. Data yang dianalisis adalah data series bulanan yang lengkap serta representatif mewakili posisi komponen gaya pembangkit pasang surut oleh bulan dan matahari terhadap bumi dalam sistem ekuator langit (Salnuddin *et al.*, 2018; Souchay *et al.*, 2012). Pengelompokan data berdasarkan penanggalan hijriah yang dimulai pada jam 18:00 waktu lokal (LT), sedangkan awal bulan hijriah dimulai sejak terjadinya ijtima (Jayusman, 2015) dengan indikator terlihatnya hilal.

Berdasarkan tipe pasang surut di Stasiun Bitung bertipe semidiurnal campuran condong keharian ganda (Salnuddin; *et al.*, 2015b) maka terbentuk 2 kali puncak dan lembah gelombang dengan tinggi air yang berbeda dalam siklus harian pasang surut. Waktu terbentuknya puncak pasang yang terjadi di malam hari disebut *peak I-pasang* (T_{sw-P}), sedangkan lembah *slack water* yang terjadi malam hari disebut *peak I surut* (T_{sw-S}). Hal tersebut menciptakan 4 kondisi *slack water* (Salnuddin, 2017) yang terdiri dari 2 kondisi pergerakan dari surut ke pasang (T_{sw-P}) dan juga 2 kondisi dari kondisi pasang ke surut (T_{sw-S}). Perhitungan waktu terjadinya *slack water* (T_{sw}) dilakukan dengan interpolasi linear dengan memodifikasi persamaan yang digunakan oleh Salnuddin *et al.* (2017).

$$t_{sw} = t_1 + \left(\frac{f_1}{f_m} \right) \times 2 \text{ jam (detik)}$$

Keterangan: tsw = waktu terjadinya *slack water*; t_1 = waktu minimum dari kelas waktu (interval 1 jam); f_m = frekuensi dari kelas yang memuat modus (tinggi air tertinggi relative); f_1 = frekuensi dari kelas modal terhadap kelas waktu sebelumnya terhadap waktu (1 jam = 3600 detik); f_3 = frekuensi dari kelas modal sesudahnya terhadap waktu (1 jam); $f_m = f_3 - f_1$

Konversi penanggalan masehi ke hijriah, waktu shalat serta ephimeries bulan dan matahari menggunakan aplikasi software Accurate Time (Odeh, 2013). Hasil konversi divalidasi dengan almanak yang dikeluarkan oleh *Lajnah Falakiah Nahdathul Ulama* (LFNU, 2013), sebagaimana digunakan pada penelitian Salnuddin (2017). Selisih rentang waktu antara waktu shalat fardhu dan waktu terjadinya *slack water* digambarkan dengan konsistensi selisih keduanya dengan nilai rata-rata dan deviasinya. Ephimeries ditunjukkan dengan nilai *Right Ascension* (R.A.) dan *Declination* (Dec) awal bulan hijriah. Nilai RA dan Dec untuk mengidentifikasi pola dan tinggi air pergerakan pasang surut melalui pendekatan Metode Manzilla (Salnuddin et al., 2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola grafis pergerakan pasang surut di stasiun Bitung (Gambar 1) terhadap penanggalan hijriah menunjukkan pola yang relatif sama untuk waktu terjadi *slack water*, meskipun tinggi air yang berbeda untuk empat bulan data yang dianalisis. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa siklus harian pergerakan bulan di Stasiun Bitung terjadi di waktu relatif sama (Kvale, 2006), dimana siklus pergerakan pasang surut mengikuti pergerakan bulan (synodic) sebagai panjang hari dalam system bumi – bulan (Brink, 2024; Coughenour et al., 2009) dengan keterlambatan sekitar 21 menit atau $5,35^\circ$ (Salnuddin et al., 2017). Variasi tinggi dan rendahnya permukaan air pada fase bulan tertentu senantiasa akan berbeda dan sangat ditentukan oleh system matahari-bumi-bulan (Lambeck, 2005), dimana pola pergerakan pasang surut di fase bulan baru ke fase kuartil 1 (Konda) sama dengan pola fase bulan purnama (BP) ke fase kuartil 2 (KW2) dengan tinggi air yang berbeda. Fenomena tersebut disebabkan oleh posisi bulan membentuk sudut mendekati 90° yang ditunjukkan dengan nilai ephimeries *Right Ascension* (R.A.) dan *Declination* (Dec). Nilai RA dan Dec terhadap pola pergerakan pasang surut diketahui melalui perhitungan yang kompleks dalam menguraikan gaya pembangkit pasang surut (Amin, 1976; Godin, 1972) namun dengan pendekatan *ethno astronomy* masyarakat Indonesia timur melalui pengamatan posisi bulan terhadap Rasi Bintang 7 (RB7) atau Rasi Unicorn/monoceros (Salnuddin et al. 2016).

Pemahaman *ethno astronomy* dalam menentukan posisi matahari dipahami dengan mengetahui penanggalan masehi/georgorian, jika pengamatan dilakukan pada bulan Januari – Maret dan Oktober – Desember menunjukkan matahari berada di belahan bumi selatan atau di Selatan ekuator langit dengan nilai Dec negatif (Tabel 1). Nilai Dec positif jika pengamatan dilakukan pada bulan April – September dengan posisi matahari berada di belahan bumi utara. Posisi bulan diketahui dengan mengetahui posisi pengamat dipermukaan bumi terhadap Rasi Bintang 7 (RB7), jika titik pengamatan dibagian utara ekuator dan RB7, jika terlihat bagian punggung dan ekor RB7 berarti posisi bumi dan bulan berada di bagian barat ($RA > 12\text{ H}$) dan utara (Dec positif) dari ekuator dan jika yang terlihat bagian kepala dan kaki maka bulan berada dibagian timur ($RA = 0 - 12\text{ H}$) dan selatan ekuator langit (Dec negatif). Makna dari posisi tersebut berdasarkan *ethno astronomy* yang disebut dengan metode Manzillah (Salnuddin et al., 2018) terhadap pergerakan pasang surut ditunjukkan dengan tinggi air (Rizqi et al., 2021). Variasi tinggi air saat peak I (malam hari) lebih rendah dibandingkan tinggi air peak II (siang hari) jika posisi bulan dan matahari mempunyai nilai dec negatif yang besar (jauh dari ekuator langit) dan RA bernilai $> 12\text{ H}$ (Barat), kondisi tersebut ditunjukkan pada pola pasang surut di bulan Jumadil akhir 1445 H dan Rajab 1446 H. Jika posisi matahari dan bulan berada di ekuator langit yang sama maka dengan nilai RA dekat dengan RB7 ($RA = 7\text{ H}$) maka tinggi air peak I $<$ peak II (hampir sama tinggi), kondisi tersebut diperlihatkan pada pola pasang surut di bulan Rabiul awal 1444 H. Posisi bulan mendekati ekuator langit (Dec kecil) maka tinggi air pasang saat peak I $>$ peak II (Ramadhan 1446 H).

Pola grafis yang disusun berdasarkan penanggalan hijriah (Gambar 1) akan membentuk pola yang sama di setiap bulan hijriah (Salnuddin; et al., 2017) dan juga kesamaan pola fluktuasi tinggi

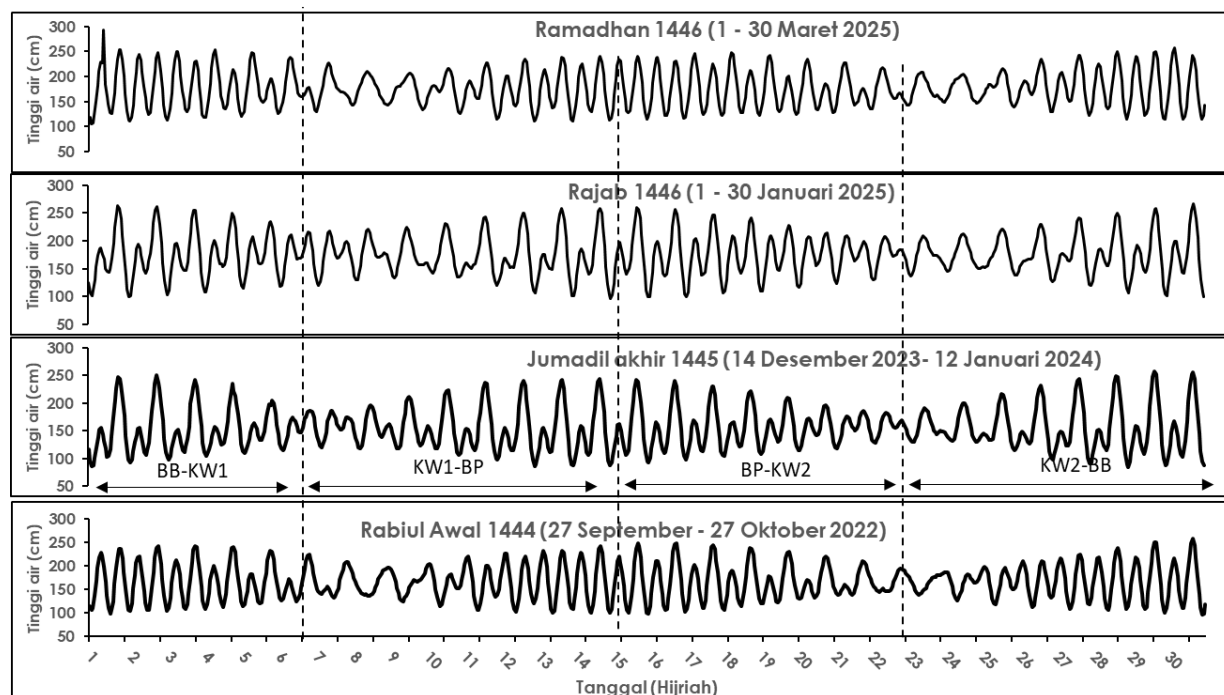
muka air tiap fase umur bulan. Pola tinggi muka air yang sama antara *peak I* dan *II* diperlihatkan pada pergerakan maksimum saat fase bulan baru (BB) dan bulan purnama (BP) bergerak ke fase kuartil, demikian pula saat pergerakan dari fase kuartil 1 (KW1) menuju fase BP dan dari kuartil 2 (KW2) menuju fase BB. Kesamaan lainnya ditunjukkan pada pergerakan harian pasang surut tiap bulan hijriah dengan pola siklus harian yang relatif sama, meskipun mengalami pergeseran waktu terbentuknya siklus harian (*synodic*). Kesamaan pola tersebut memberikan gambaran kebenaran informasi *ethno-tide* bahwa ada potensi menentukan penanggalan hijriah melalui pergerakan pasang surut.

Perhitungan waktu terjadinya *slack water* (T_{sw}) diperoleh nilai sebanyak 113 – 117 titik balik untuk kondisi muka air bergerak surut ke pasang (T_{sw-S}) dan kondisi pasang ke surut (T_{sw-P}). Berdasarkan tipe pasang surut semi diurnal campuran condrong keharian ganda, maka terdapat 3 – 7 titik balik yang tereduksi dalam dalam satu periode bulan hijriah. Tereduksinya pola tersebut terjadi di fase kuartil (Konda), dengan fenomena kecilnya fluktuasi tinggi muka air pasang dan air surut relatif sama atau tinggi air relatif datar (Salnuddin; & Rakhfid, 2017). Waktu shalat fardhu (Tabel 2) yang telah diverifikasi dengan waktu shalat fardhu yang di keluarkan oleh Kanwil Departemen Agama Provinsi Sulawesi Utara (Menag_Sulut, 2025), memperlihatkan pergeseran waktu masuknya

Tabel 1. Hasil konversi penanggalan masehi untuk 1 bulan hijriah dari pergerakan pasang surut serta posisi ephimeries bulan saat fase bulan baru dan bulan purnama

Hijriah		Ephimeries Bulan				Ephimeries Matahari			
Awal Bulan Baru		Posisi Bulan Baru		Posisi Bulan Purnama		Posisi Bulan Baru		Posisi Bulan Purnama	
Bulan	Tahun	RA	DEC	RA	DEC	RA	DEC	RA	DEC
Rabiul Awal	1444	13H 26M 28S	-07:03:25	02H 19M 43S	+13:19:29	12H 15M 44S	-01:42:11	13H 06M 40S	-07:05:14
Jumadil Akhir	1445	18H 49M 19S	-27:55:27	07H 41M 08S	+26:29:19	18H 23M 24S	-23:19:45	19H 25M 00S	-22:00:05
Rajab	1446	20H 10M 49S	-24:32:38	09H 08M 43S	+20:12:45	18H 48M 53S	-22:57:47	19H 49M 54S	-21:02:20
Ramadhan	1446	23H 59M 55S	+00:15:38	12H 26M 04S	-03:49:48	22H 50M 07S	-07:24:56	23H 41M 53S	-01:57:37

Catatan "DEC (bolt) = posisi di utara ekuator langit; RA 0 – 12 (bolt italic) posisi di arah timur ekuator langit; DEC = satuan hh:mm:ss

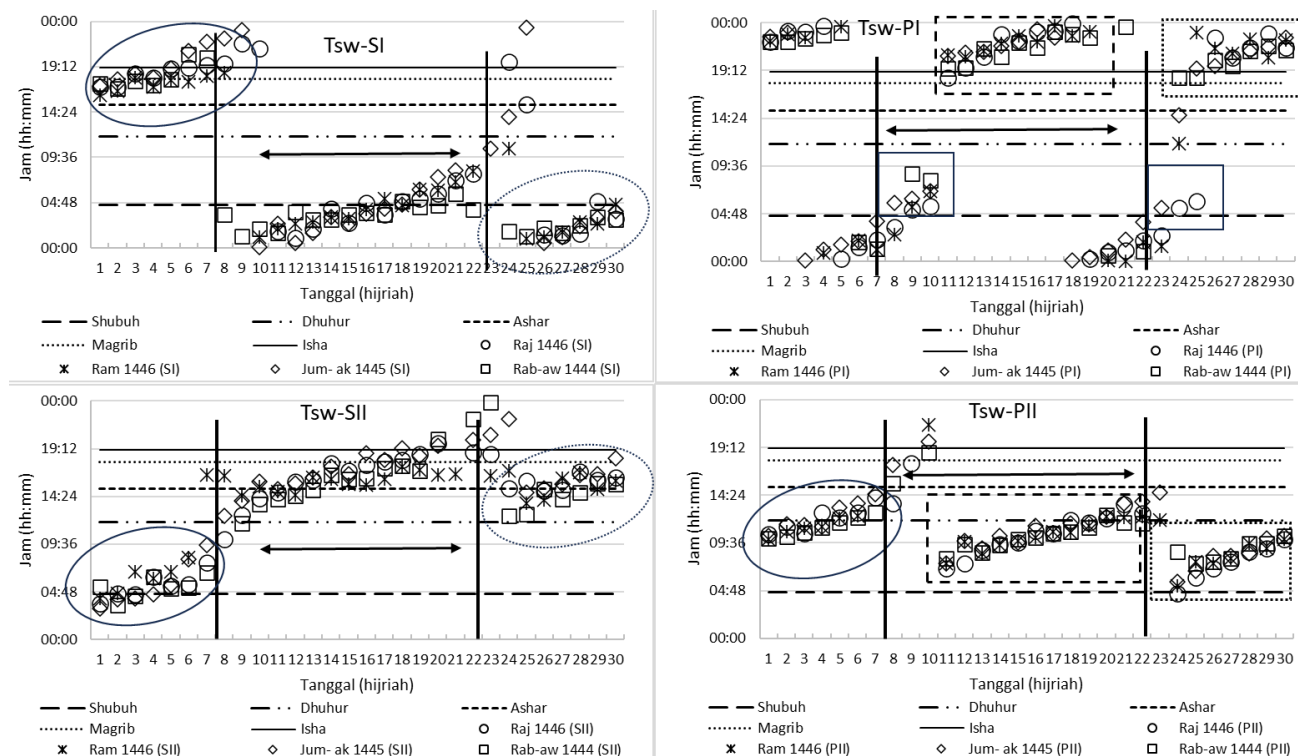


Gambar 1. Pola grafis pergerakan pasang surut di Stasiun Bitung berdasarkan penanggalan hijriah

shalat fardhu dari 4 bulan hijriah berkisar 9 – 14 menit, dimana pergeseran waktu masuknya shalat Ashar dan Magrib lebih besar (00:14 dan 00:11) dibandingkan 3 waktu shalat lainnya. Kondisi tersebut menunjukkan kondisi umum untuk waktu panjang (bulanan), dengan sistim rotasi bumi dan posisi matahari dalam mencintapkan gerak semu matahari dan pembentukan bayangan obyek di bumi yang senantiasa berubah (Astuti *et al.*, 2023; Hasan, 2021).

Sebaran waktu T_{sw} (Gambar 2), untuk T_{sw-P} dan T_{sw-S} pergerakan pasang surut, memperlihatkan sebaran yang unik dan spesifik untuk keseluruhan data (4 bulan). T_{sw} pada tanggal 1 – 5 Hijriah atau saat periode (BB- KW1) yang terjadi dari jam 14:24 (setelah waktu shalat Ashar – shalat Isha) dengan indikator T_{sw-SI} yang (shape lingkaran) sebagai rangkaian pembentukan peak I dari pergerakan pasang surut (Salnuddin, 2017). Identifikasi waktu T_{sw} untuk tanggal yang sama membentuk pola yang sama untuk kondisi T_{sw-PI} dan T_{sw-SII} yang pembentukannya di malam hari (Gambar 3). Waktu T_{sw-PII} yang terbentuk dipagi hari hingga shalat Ashar, secara spesifik tidak maksimal sebagai penciri awal penanggalan hijriah karena rangkaian pergerakan pasang surut tersebut terjadi di akhir bulan penanggalan hijriah, dan berpotensi menentukan penanggalan hari berikutnya.

Fenomena unik dan spesifik dari waktu terjadinya *slack water* (T_{sw}) ditunjukan pula pada penanggalan hijriah saat fase BP dari tanggal 11 – 18 Hijriah (Gambar 2) serta saat fase kuartil ke 2 ke fase bulan baru (KW2- BB). Karakteristik sebaran T_{sw} saat fase purnama (tanda panah horizontal) memperlihatkan sebaran T_{sw-PI} terjadi setelah shalat magrib hingga jam 12 malam (shape kotak putus-putus), sedangkan untuk puncak peak II (T_{sw-PII}) terjadi dari pagi hari hingga menjelang masuknya shalat Ashar. Sebaran T_{sw} untuk penanggalan fase bulan Kw2 – BB, secara umum mudah terpantau pada gelombang pasang surut peak II yang terjadi di siang hari (Gambar 2 dan 3), dimana indikator T_{sw-SII} terbentuk dalam rentang waktu shalat Dhuhur – Isha (shape lingkaran putus-putus), sedangkan untuk indikator T_{sw-PII} terjadi setelah shalat shubuh hingga sebelum shalat Dhuhur (kotak putus-putus halus).

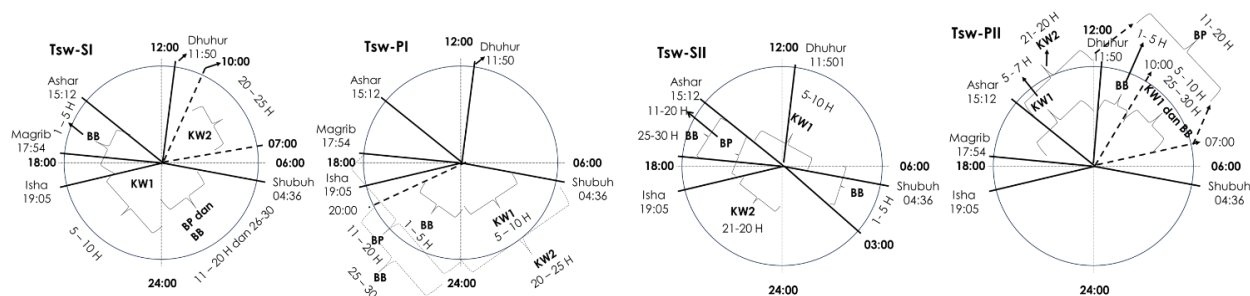


Gambar 2. Sebaran waktu terjadinya *slack water* (T_{sw}) terhadap waktu shalat fardhu

Tabel 2. Waktu shalat fardhu untuk wilayah sekitar stasiun Bitung

Hijriah	Bulan Tahun	Raw 1444	Jak 1445	Raj 1446	Ram 1446	Rata-rata	Deviasi	Rentang Waktu Total (23:57 jam)
Waktu shalat Fardhu (hh:mm)	Shubuh	Rata	04:13	04:24	04:32	04:35	04:26	00:09
		Min	04:18	04:31	04:38	04:39	04:31	00:09
		Max	04:10	04:17	04:26	04:31	04:21	00:09
	Dhuhur	Rata	11:26	11:40	11:48	11:47	11:40	00:10
		Min	11:30	11:47	11:52	11:52	11:45	00:10
		Max	11:23	11:34	11:43	11:44	11:36	00:09
	Ashar	Rata	14:39	15:05	15:12	14:54	14:58	00:14
		Min	14:42	15:12	15:15	15:06	15:03	00:14
		Max	14:36	14:59	15:08	14:46	14:52	00:14
	Magrib	Rata	17:29	17:43	17:51	17:52	17:44	00:10
		Min	17:35	17:50	17:55	17:55	17:48	00:09
		Max	17:26	17:36	17:45	17:48	17:38	00:09
	Isha	Rata	18:38	18:56	19:03	18:59	18:54	00:11
		Min	18:42	19:03	19:06	19:03	18:58	00:11
		Max	18:36	18:50	18:59	18:56	18:50	00:10

Keterangan: Raw = Bulan Rabiul Awal; Jak = Bulan Jumadil Akhir; Raj = Bulan Rajab; Ram = Bulan Ramadhan; Rata = Rata-rata; max = maksimum; Min = minimum; * = Rentang waktu shalat berdasarkan rata-rata waktu shalat masing-masing.

**Gambar 3.** Waktu terjadinya Slack Water (Tsw) pergerakan pasang surut terhadap waktu shalat fardhu di wilayah Bitung dan sekitarnya

Sebaran T_{sw} di kondisi peak I menunjukkan fenomena yang sama dengan T_{sw-SI} dan T_{sw-PI} yang terjadi di malam hari selepas shalat Isha hingga sebelum shalat shubuh. Sebaran T_{sw} untuk fase kuartil umur bulan (fase konda) yang mengindikasikan penanggalan dari tanggal 5 – 10 Hijriah (KW1) dan tanggal 18 – 24 Hijriah (KW2) menunjukkan fenomena khusus, dengan karakteristik T_{sw} yang lama (> 6 jam) atau perubahan T_{sw} yang lebih cepat (< 5 jam). Kedua karakteristik tersebut dapat terjadi didalam 1 periode bulan hijriah, namun waktu T_{sw} terjadinya sekitar waktu shalat dhuhur (T_{sw-SII}) atau setelah waktu shalat isha (malam hari) untuk T_{sw-SI} . Indikator waktu pasang (T_{sw-P}) menginformasikan hal yang sama, namun waktu T_{sw-P1} terjadi sekitar waktu shalat shubuh untuk tanggal dalam fase KW1 dan KW2, sedangkan untuk T_{sw-P1I} terjadi antara shalat Ashar- Isha (shape kotak) untuk KW1 dan dari shalat Dhuhur-Magrib untuk KW2 (Gambar 2).

Waktu shalat fardhu (Tabel 2) menunjukkan waktu shalat relatif tetap (deviasi kecil) dari hari kehari (4 bulan data), pergeseran waktu shalat umumnya < 14 menit. Kondisi tersebut berarti sekitar 1° posisi matahari terhadap bumi bergeser dari posisi awalnya setiap hari $[(5'/60)/24] \times 360^\circ$ dan

perubahan tersebut sama dengan pergeseran bumi terhadap matahari dalam satu hari (Souhay *et al.*, 2012). Uraian waktu shalat dan prasyarat *ethno tide* memberi arti mengamati pergerakan (posisi) bulan melalui pergerakan pasang surut, dimana waktu shalat sebagai posisi statis tertentu dari matahari terhadap bumi. Pemaknaan tersebut sangat relevan dengan melihat posisi benda angkasa sebagai gaya pembangkit pasang surut (Goswami & Ellis, 2021; Pugh & Wooworth, 2014).

Sebaran waktu terjadi *slack water* (T_{sw}) tersebut diatas (Gambar 2) menjelaskan bahwa fenomena spesifik yang digunakan oleh masyarakat pesisir di Indonesia timur sangat sederhana. Distribusi waktu T_{sw} dari empat bulan data membentuk sebaran dalam penanggalan hijriah yang saling tumpang tindih (*over leaping*) untuk penciri yang sama. Hasil pemetaan Kembali (Gambar 3) memperlihatkan indikasi penanggalan yang berbeda pada rentang shalat fardhu yang sama, hal tersebut ditunjukkan pada indikator T_{sw} -SI untuk rentang waktu jam 00:00 (24:00) hingga shalat shubuh yang menunjukkan penanggalan di fase BP (11 - 20 H) dan fase BB (26 - 30 H) yang biasa disebut sebagai periode bulan mati. Kondisi yang serupa ditunjukkan pula oleh indikator T_{sw} yang lain, kondisi tersebut dapat dimaknai sebagai validasi pengamatan penanggalan yang dilakukan sebelumnya.

Sebaran waktu T_{sw} yang dipetakan terhadap waktu shalat fardhu (Gambar 3) menunjukkan penanggalan hijriah mengalami pergeseran (ΔT_{sw}) yang berbeda setiap hari dalam satu periode fase bulan, fase umur bulan bulan baru (BB) dengan indikator T_{sw} -SI yang terjadi di malam hari (peak I) bergeser rata-rata 39 ± 4 menit dengan hari sebelumnya (Tabel 3). Pergeseran terbesar diperlihatkan pada fase kuartil (KW1 dan KW2) dengan pergeseran berkisar 3 - 6 jam, sedangkan pada fase BP dan BB di akhir bulan (bulan mati) bergeser < 1 jam. Tingginya pergeseran pada fase kuartil akibat sudut bulan dan matahari di fase kuartil membentuk kecepatan angular momentum yang mengstabilkan gaya pembangkit pasang surut (TGF) dari *torque* energi kinetik dan potensial yang terdisipasi (hilang) dan membangkitkan gaya inersia di bumi (Goswami & Ellis, 2021). Pergeseran T_{sw} sebagai dasar *etho tide* menggambarkan pergeseran yang mengikuti pergerakan bulan (penanggalan hijriah) dan waktu shalat (Tabel 4). Berdasarkan waktu rujukan, pemantauan pada periode fase bulan baru (Tanggal 1 - 5 H), memperlihatkan nilai deviasi yang relatif kecil (± 30

Tabel 3. Selisih dan pergeseran T_{sw} harian dan penanggalan Hijriah

Ind	Bulan Hijriah	Rata-rata Pergeseran waktu <i>slack wate</i> (ΔT_{sw}) Tanggal Hijriah dan Fase Bulan									
		1 - 5 H (BB)		5-10 H (KW1)		11-20 H (BP)		20 - 25 H (KW2)		26-30 H (BB)	
		T_{sw} (hh:mm)	Dev (hh:mm)	T_{sw} (hh:mm)	Dev (hh:mm)	T_{sw} (hh:mm)	Dev (hh:mm)	T_{sw} (hh:mm)	Dev (hh:mm)	T_{sw} (hh:mm)	Dev (hh:mm)
T_{sw} -SI	Raj 1446 H	00:35	00:34	00:37	00:50	01:06	00:35	02:37	02:36	01:24	01:34
	Ram 1446 H	00:44	00:31	00:32	00:27	00:35	00:25	05:18	05:58	00:57	00:49
	Jum Akhir 1445 H	00:42	00:15	01:00	00:31	01:09	00:35	06:24	04:17	00:49	00:17
	Rab Awal 1444 H	00:35	00:09	02:30	02:49	00:38	00:48	01:06	00:50	00:36	00:17
	Rata-rata Total	00:39	00:04	01:10	00:54	00:52	00:18	03:51	02:25	00:56	00:20
T_{sw} -PI	Raj 1446 H	00:43	00:26	01:03	00:32	00:57	00:43	01:14	01:03	01:27	00:25
	Ram 1446 H	01:27	00:57	01:52	00:47	00:54	00:23	05:55	05:35	01:22	00:37
	Jum Akhir 1445 H	00:38	00:17	01:03	00:46	00:47	00:33	04:18	03:37	00:42	00:14
	Rab Awal 1444 H	00:47	01:13	01:26	01:19	01:05	00:38	00:41	00:57	00:47	00:30
	Rata-rata Total	00:54	00:22	01:21	00:23	00:56	00:07	03:02	02:29	01:04	00:23
T_{sw} -SII	Raj 1446 H	00:45	00:42	01:45	00:57	00:36	00:35	01:26	01:42	00:43	00:46
	Ram 1446 H	01:05	00:43	02:32	03:16	00:43	00:39	01:51	01:59	01:19	00:41
	Jum Akhir 1445 H	00:58	00:56	02:04	00:37	01:05	00:33	03:08	03:40	00:45	00:40
	Rab Awal 1444 H	01:11	00:44	01:12	00:58	00:40	00:31	04:24	06:06	00:41	00:24
	Rata-rata Total	01:00	00:11	01:53	00:33	00:46	00:13	02:42	01:20	00:52	00:18
T_{sw} -PII	Raj 1446 H	00:55	00:41	01:40	01:38	00:50	00:33	01:12	00:29	00:44	00:16
	Ram 1446 H	00:28	00:16	00:06	00:10	00:34	00:22	02:23	02:59	00:51	00:28
	Jum Akhir 1445 H	00:45	00:46	01:25	01:18	01:03	00:22	02:49	04:08	00:30	00:42
	Rab Awal 1444 H	00:25	00:08	01:17	01:24	00:29	00:18	00:38	00:46	00:40	00:39
	Rata-rata Total	00:38	00:14	01:07	00:41	00:44	00:15	01:45	01:01	00:41	00:08

Keterangan: Ind = Indikator *slack water* (*S* = *surut* dan *P* = *pasang*), H = hijriah, BB= Fase bulan baru, KW1 dan KW2 = Fase kuartil 1 dan 2 (Konda), BP = Fase bulan purnama, Dev = deviasi; Raj = Bulan Rajab; Ram = Bulan Ramadhan; Jum akhir = Jumadil akhir; Rab awal = Bulan Rabiul Awal

Tabel 4. Rekapitulasi *ethno tide* penentuan penanggalan hijriah pada pergerakan pasang surut

Ind	Bulan Hijriah	Penanggalan Hijriah dan variasi waktu terjadinya <i>slack water</i> (Tsw)									
		1 - 5 H (BB)*		5-10 H (KW1)		11-20 H (BP)		20 - 25 H (KW2)		26-30 H (BB)	
		Rata (hh:mm)	Dev (hh:mm)	Rata (hh:mm)	Dev (hh:mm)	Rata (hh:mm)	Dev (hh:mm)	Rata (hh:mm)	Dev (hh:mm)	Rata (hh:mm)	Dev (hh:mm)
T _{sw} - S	TR	Ashar – Isha		Isha - 24:00		24:00 - Shubuh		Shubuh – Dhuhur		24:00 – Shubuh	
	T awal	00:44	00:32	00:50	01:07	01:59	00:26	02:26	01:09	02:31	00:37
	Delta T	00:39	00:04	01:10	00:54	00:52	00:18	03:51	02:25	00:56	00:20
T _{sw} - P I	TR	Isha - 24:00		24:00 - Shubuh		Isha - 24:00		24:00 - Subuh		Isha - 24:00	
	T awal	03:07	00:15	00:51	00:17	01:01	00:19	00:42	00:26	01:53	01:16
	Delta T	00:54	00:22	01:21	00:23	00:56	00:07	03:02	02:29	01:04	00:23
T _{sw} - S II	TR	03:00 - 06:00		Shubuh - Ashar		Ashar - Isha		Isha - 24:00		Ashar – Magrib	
	T awal	00:53	00:24	01:06	00:44	00:27	00:27	01:27	01:27	00:21	00:31
	Delta T	01:00	00:11	01:53	00:33	00:46	00:13	02:42	01:20	00:52	00:18
T _{sw} - P II	TR	10:00 – Dhuhur		Dhuhur - Magrib		Shubuh - Dhuhur		Dhuhur - Ashar		06:00 - 10:00	
	T awal	00:12	00:13	00:29	00:32	04:32	01:05	00:24	00:09	01:01	00:44
	Delta T	00:38	00:14	01:07	00:41	00:44	00:15	01:45	01:01	00:41	00:08

Keterangan: TR = waktu shalat rujukan; T awal = Rata-rata selisih Tsw terhadap waktu shalat rujukan; Sb= Shubuh, D= Dhohur, A = Ashar, M = Magrib, I =Isha; Delta T = Rata-rata Pergeseran Tsw tiap perubahan penanggalan hijriah; Ind = indikator *slack water* (S = surut dan P = pasang) dengan notasi I dan II peak dari pergerakan pasang surut ; *) = rata-rata pergeseran harian *slack water*; BB = Bulan Baru; KW1 dan KW2 = fase kuartil 1 dan 2; BP = fase Bulan purnama; Bold = waktu efektif pemantauan; kotak blur = alternatif (validasi) hasil pemantauan.

menit) untuk menetapkan tanggal 1 bulan hijriah. Hal tersebut sesuai penelitian Salnuddin (2017) dengan rentang waktu T_{sw}-SI sesudah dari Shalat Ashar sebesar ± 22 menit.

Efektifnya penentuan penanggalan hijriah melalui T_{sw} ditunjukkan pula pada pemantauan penanggalan hijriah pada fase bulan lainnya, pengamatan T_{sw} disiang hari (*peak* II) lebih mudah dilakukan dibandingkan pengamatan saat malam hari (*peak* I). Makna efektifitas juga diperlihatkan pada T_{sw} yang terjadi antara Shalat Isha dan Shubuh (range panjang) yang mengindikasikan fase bulan KW2 dan BB dengan indikator yang berbeda, sedangkan fase lainnya yakni fase KW2 yang waktu pergantian fase merujuk pada waktu tengah malam (jam 12 malam). Kondisi tersebut menunjukkan adanya konsistensi (pergeseran kecil) waktu T_{sw} terhadap waktu shalat fardhu.

Rata-rata keseluruhan pergeseran waktu *slack water* terhadap waktu shalat saat awal bulan hijriah sebesar 48 menit. Nilai tersebut sebagai konsekuensi respon laut terhadap total waktu keterlambatan bulan dan matahari sekitar 4'/perhari (Stepan Poluianov & Usoskin, 2014). Pergeseran ini berarti T_{sw} (*Ethno tide*) dalam rentang waktu shalat menjelaskan posisi bulan dalam fase bulan dan menjelaskan penanggalan hijriah sehingga parameter T_{sw} terhadap waktu shalat fardhu adalah suatu kebenaran ilmiah. Waktu shalat fardhu secara keruangan menjelaskan posisi matahari terhadap suatu lokasi di permukaan bumi (waktu lokal) yang merujuk pada sudut matahari dalam membentuk bayangan sebagaimana dalil-dalil yang uraian oleh Muhajir (2020). Mengambil fenomena alam masuknya waktu shalat fardhu, maka 2 waktu shalat fardhu (Dhohur dan Ashar) merupakan bayangan obyek dipermukaan bumi (dimensi bayangan obyek) sedangkan 3 waktu shalat lainnya (Magrib, Isha dan Shubuh) adalah proyeksi bayangan dari bumi dengan indikator warna lembayung di ufuk arah matahari.

KESIMPULAN

Ethno tide masyarakat indonesia Timur adalah suatu kebenaran ilmiah dan waktu terjadinya *slack water* (T_{sw}), merupakan indikator penciri dari umur bulan dan efektif (sederhana) dalam menentukan penanggalan hijriah. Terdapat konsistensi waktu terjadinya Tsw terhadap waktu shalat dengan deviasi maksimum 44 menit. Waktu T_{sw} pada *peak* II (siang hari) lebih efektif mengidentifikasi umur bulan dibandingkan Tsw yang terjadi di *peak* I (malam hari). Setiap Tsw yang terjadi pada rentang waktu shalat fardhu menginformasikan umur bulan dalam satu fase bulan tertentu. Umur

bulan dari fase bulan baru (BB) ke fase kuartil 1 (BB-KW1) untuk penanggalan 1 – 5 H lebih efektif diperlihatkan Tsw-SI yang terjadi antara Shalat Ashar dan Isha. *Slack water* untuk penanggalan di fase kuartil I (5 – 10 H) terjadi dalam rentang shalat shubuh ke Ashar oleh Tsw-SII. Rata-rata pergeseran T_{sw} harian awal bulan hijriah sebesar 48 menit yang mendekati pergeseran saat fase purnama (49 menit). Pergeseran harian saat fase kuartil 1 (01:23) lebih kecil dibandingkan kuartil 2 (02:50) sedangkan saat fase akhir bulan atau bulan mati sebesar 53 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M. (1976). The fine resolution of tidal harmonics. *Geophysical Journal International*, 44(2), 293–310. doi: 10.1111/j.1365-246X.1976.tb03658.x
- Astuti, W., Wakia, N., & Mapuna, H. D. (2023). Penentuan awal waktu salat dan arah kiblat ditinjau dari gerak semu tahunan matahari. *Hisabuna: Jurnal Ilmu Falak*, 4(1), 40–57. doi: 10.24252/hisabuna.v4i1.36215
- Aswani, S., Popova, E., Coupland, J., Taylor, S., & Khumalo, B. (2025). The ethno-oceanography of Tanzanian coastal fishermen: Implications for coastal management. *Regional Environmental Change*, 25(4), 131. doi: 10.1007/s10113-025-02436-3
- Brink, H.-J. (2024). Interrelationships between length of the day, moon distance, Phanerozoic geodynamic cycles, tidal dissipation and Earth's core: Review and analysis. *International Journal of Geosciences*, 15(5), 396–415. doi: 10.4236/ijg.2024.155021
- Coughenour, C. L., Archer, A. W., & Lacovara, K. J. (2009). Tides, tidalites, and secular changes in the Earth–Moon system. *Earth-Science Reviews*, 97(1–4), 59–79. doi: 10.1016/j.earscirev.2009.09.002
- Djelic, M.-L. (2008). Sociological studies of diffusion: Is history relevant. *Socio-Economic Review*, 6(3), 538–557. doi: 10.1093/ser/mwn008
- Fatmawati, E. (2022). Sistem penanggalan candra sunda dalam akulturasi antara budaya sunda dengan Islam. *Jurnal Adat dan Budaya Indonesia*, 4(1), 11–19. doi: 10.23887/jabi.v4i1.42061
- Gerhardinger, L. C., Moreira Moura, G. G., McKinley, E., Christie, P., Narchi, N. E., Colonese, A. C., Beittl, C. M., Puniwai, N., de Oliveira, C. C., & da Silveira, I. (2024). A call for a cultural shift in oceanography. *Coastal Management*, 52(4–5), 175–187. doi: 10.1080/08920753.2024.2370214
- Godin, G. (1972). *The analysis of tides* (264 hal.). University of Toronto.
- Goswami, R., & Ellis, G. F. (2021). Tidal forces are gravitational waves. *Classical and Quantum Gravity*, 38(8), 085023. doi: 10.1088/1361-6382/abdaf3
- Hasan, A. (2021). Implikasi bayang istiwa terhadap penentuan awal waktu sholat. *Jurnal Penelitian Agama*, 22(1), 1–19. doi: 10.24090/JPA.V22i1.2021.PP1-19
- Jayusman. (2015). Kajian ilmu falak perbedaan penentuan awal bulan kamariah: Antara khilafiah dan sains. *Al-Maslahah*, 11(1). doi: 10.24260/almaslahah.v11i1.126
- Kunth, D., & Koubek, C. (2025). Kalender. Dalam *Himmlische Wörter: Astronomische Wurzeln der Modernen Sprache* (hal. 169–180). Springer Nature Switzerland. doi: 10.1007/978-3-031-96091-8_6
- Kvale, E. P. (2006). The origin of neap–spring tidal cycles. *Marine Geology*, 235, 5–18. doi: 10.1016/j.margeo.2006.10.001
- Lambeck, K. (2005). *The Earth's variable rotation: Geophysical causes and consequences*. Cambridge University Press.
- LFNU. (2013). *Kalender Masehi-Hijriah 1901–2100*. Lajnah Falakiyah Nahdlatul Ulama. Diakses pada 15 Desember 2025, dari <http://www.must4in.net/2013/12/kalender-Masehi-hijriyah-1901-2100.html>
- Menag_Sulut. (2025, 23 Desember). Waktu shalat. Website Kanwil Kemenag Sulut. <https://bimasislam.kemenag.go.id/web/jadwalshalat>
- Muhajir, M. (2020). Awal waktu shalat telaah fiqh dan sains. *Madinah: Jurnal Studi Islam*, 7(2), 202–213. doi: 10.58518/madinah.v7i2.1432
- Odeh, M. (2013). *Accurate Times 5.3.6 software*. Islamic Crescents' Observation Project (ICOP). <http://www.icoproject.org/accut.html>
- Pugh, D., & Woodworth, P. (2014). *Sea-level science: Understanding tides, surges, tsunamis and mean sea-level changes*. Cambridge University Press.

- Rizqi, P. B., Perwitasari, D. R., & Mandang, I. (2021). Studi perubahan fase bulan terhadap nilai tunggang pasang surut dan slack water dari penanggalan Hijriah. *Geosains Kutai Basin*, 4(2). doi: 10.30872/geofisunmul.v4i2.716
- Salnuddin. (2016). Penentuan karakter pasang surut dengan metode manzilah untuk mendukung upaya perencanaan, pemanfaatan dan pengelolaan wilayah pesisir. *Prosiding Seminar Nasional Kemaritiman dan Sumber Daya Pulau-Pulau Kecil*, Ternate.
- Salnuddin. (2017). Indikator penciri penanggalan Hijriah pada pergerakan pasang surut. *AHKAM: Jurnal Ilmu Syariah*, 17(2). doi: 10.15408/ajis.v17i2.5686
- Salnuddin, Nurjaya, I. W., Jaya, I., & Natih, N. M. N. (2015a). Tidal range calculation based on the local knowledge of the Sama ethnic group in the Eastern Indonesia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 7, 347–363. doi: 10.29244/jitkt.v7i1.9817
- Salnuddin, Nurjaya, I. W., Jaya, I., & Natih, N. M. N. (2015b). Variasi amplitudo konstituen harmonik pasang surut utama di Stasiun Bitung. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 20(2), 73–86. doi: 10.14710/ik.ijms.20.2.73-86
- Salnuddin, Nurjaya, I. W., Jaya, I., & Natih, N. M. N. (2016, 30 Mei). *Variasi tinggi pergerakan pasang surut berdasarkan metode manzillah*. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Ilmu Falak (SNIF) 2016 Universitas Islam Bandung, Bandung.
- Salnuddin, Nurjaya, I. W., Jaya, I., & Natih, N. M. (2017a). Ethnooceanography dan titik temu aspek syar'i dalam penentuan awal bulan Ramadhan dan Syawal oleh Joguru Kesultanan Tidore. *Al-Ahkam*, 111–132. doi: 10.21580/ahkam.2017.27.1.1073
- Salnuddin, Nurjaya, I. W., Jaya, I., & Natih, N. M. (2017b). Variation of tidal range based on Hijra calendar and its relation with ethno-oceanography of the Sama Tribe in Eastern Indonesia. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*. doi: 10.14710/ik.ijms.22.2.85-92
- Salnuddin, & Rakhfid, A. (2017). Ethno tide Suku Sama dalam menentukan karakteristik pergerakan pasang surut saat fase "Konda". Dalam *Nilai-nilai konservasi dalam pemanfaatan sumberdaya pesisir dan laut*. Seminar Nasional Inovasi IPTEK Perikanan dan Kelautan I, Ambon.
- Salnuddin, Wahidin, N., & Bemba, J. (2018). The tidal generation force (TGF) component position to Muharram tidal harmonic konstituen variations at Sabang Station. *Depik: Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 7(1), 47–59. doi: 10.13170/depik.7.1.7570
- Satria, A. (2015). *Pengantar sosiologi masyarakat pesisir*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Souchay, J., Mathis, S., & Tokieda, T. (2012). *Tides in astronomy and astrophysics* (Vol. 861). Springer-Verlag Berlin Heidelberg. doi: 10.1007/978-3-642-32961-6
- Stepan Poluianov, & Usoskin, I. (2014). Critical analysis of a hypothesis of the planetary tidal influence on solar activity. *Solar Physics*, 289(6), 2333–2342. doi: 10.1007/s11207-014-0475-0