View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Scientific Journals of Bogor Agricultural University

Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, Vol. 7, No. 1, Hlm. 347-363, Juni 2015

PERHITUNGAN TUNGGANG AIR PASANG SURUT BERDASARKAN KEARIFAN LOKAL MASYARAKAT *SUKU SAMA* DI WILAYAH TIMUR INDONESIA

TIDAL RANGE CALCULATION BASED ON THE LOCAL KNOWLEDGE OF THE SAMA ETHNIC GROUP IN THE EASTERN INDONESIA

Salnuddin[1*], I Wayan Nurjaya[2], Indra Jaya[2], dan Nyoman M.N. Natih[2]
[1]Program Studi Ilmu Kelautan, FPIK - Universitas Khairun, Ternate
[2]Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, FPIK – IPB, Bogor
[*]E-mail: sal_unkhair@yahoo.co.id

ABSTRACK

The Sama ethnic group (Bajo) is well known as "Indonesian marine people" that dominantly spreaded in coastal region of eastern Indonesian region. Their activities have been adapting with the territorial water as shown in the determination of their home floor height to prevent from the tidal flood. The purpose of this study was to examine the accuracy of the tidal range calculation by local knowledge of the Sama ethnic group (Sama Ethnic Method, SEM). The analysis was done by comparing tidal range result calculated by the Sama Ethnic Method (SEM) with the standardized tidal harmonic constituents. The result showed that the 2nd tidal peaks (ΔLB-s) in the 15th "Sya'ban" date was the best date to do measurement of a tidal range. In this case, the "Likkas Silapas" (LS) value at the above date was above the mean height water level (MHWL). Meanwhile, in other dates, the LS value was under MHWL value. The result also showed a strong correlation (R^2> 90%) between rasio of tidal high on 1st and 2ndpeaks (ΔLB-s/ΔLB-m) on 15th Sya'ban date and LS-s value. The local knowledge of the Sama Ethnic Method to determine the tidal range was effective and scientifically proven.

Keywords: *the Sama Ethnic group, tidal range, Likkas Boe, Likkas Silapas, Sya'ban*

ABSTRAK

Suku Sama (Orang Bajo) yang tinggal di wilayah Indonesia timur adalah komunitas masyarakat yang mempunyai kehidupan kultur dan sosial sebagai "pelaut sejati". Aktifitas mereka sebagian besar beradaptasi dengan wilayah perairan. Salah satu pola adaptasi yang dapat kita lihat adalah pengetahuan konstruksi dalam penentuan tinggi lantai rumah mereka terhadap dinamika pasang surut. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara ilmiah dan juga melihat keakuratan perhitungan tunggang pasang surut dari kearifan lokal *Suku Sama* atau *Metode Suku Sama* (MSS). Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan tunggang air sesuai MSS dan dari konstituen harmonik pasang surut. Analisis menunjukkan data pengukuran pasang surut ke 2 atau *Likkas Boe* (*ΔLB-s)* pada tanggal 15 Sya'ban adalah waktu yang sangat baik melakukan pengukuran untuk penentuan tunggang pasang surut. Hal itu dikarenakan nilai *LikkasSilapas* (LS) pada tanggal tersebut berada di atas nilai tinggi air rata-rata atau *mean highest water level* (MHWL), sedangkan pada waktu lain nilai LS berada di bawah nilai MHWL. Hasil analisis juga menunjukkan adanya korelasi yang kuat (> 90%) antara rasio tinggi pasang surut 1 dan 2 *(ΔLB-s/ΔLB-m)* di tanggal 15 Sya'ban terhadap nilai LS-s. Kearifan lokal *Suku Sama* cukup efektif dalam menentukan tunggang air pasang surut dan juga pendekatan determinasi tunggang air pasang surut yang dilakukannya dijelaskan secara ilmiah.

Kata kunci: *Suku Sama*, tunggang air, *Likkas Boe*', *Likkas Silapas*, Sya'ban

I. PENDAHULUAN

Pasang surut laut (*tide*) merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan laut. Pugh (1996) mendefenisikan pasang surut sebagai pergerakan periodik yang berhubungan dengan amplitudo dan fase dari gaya geofisik pergerakan secara

reguler sistem bulan-bumi (lunar sistem) dan sistem bumi-matahari (solar sistem) sebagai variasi gravitasional di permukaan bumi. Variasi gravitasional berupa resultan gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda angkasa terutama matahari dan bulan terhadap massa air dibumi berdasarkan perubahan waktu (Butikov, 2002; Kvale, 2006). Pergerakan periodik paras muka laut tersebut, dominan dipengaruhi oleh gravitasi bulan mengelilingi bumi dan secara bersamaan keduanya mengelilingi matahari pada bidang edarnya masing-masing. Mekanisme tersebut disebut dengan gaya pembangkit pasang surut (Bursa, 1986; 1987A; 1987B; Lambeck, 1975; Wilhelm *et al.*, 1997; Souchay *et al.*, 2013).

Salah satu produk analisis data pasang surut adalah tunggang air (*tidal range*). Tunggang air adalah nilai amplitudo dari selisih nilai maksimum dan minimum pergerakan pasang surut yang terbentuk dalam satu siklus selama periode tertentu. Hasil Perhitungan Tunggang air pasang surut harus merujuk pada salah satu datum elevasi tinggi air. Datum elevasi yang sering dirujuk adalah nilai minimum atau sero datum (*Zo*) dan nilai rata-rata tinggi air atau *mean sea level* (MSL). Nilai tunggang air juga merupakan referensi tinggi air yang sangat penting untuk melaksanakan kegiatan konstruksi di wilayah perairan laut. Untuk perhitungannya, membutuhkan data pengukuran pasang surut (*time series*) minimal selama 15 hari umur bulan (15 piantan) dengan interval waktu pengukuran tiap 1 jam. Analisis data tersebut menggunakan seperangkat metode analisis dengan pendekatan tertentu untuk memperoleh nilai konstituen harmonik pergerakan pasang surut. Hal ini menyebabkan analisis data pasang surut memerlukan waktu dan tenaga relatif tidak sedikit.

Suku Sama atau Orang Bajo yang bermukim di wilayah Indonesia timur adalah masyarakat yang berprofesi sebagai nelayan. Penyebaran mereka banyak dijumpai pada daerah pesisir maupun pulau-pulau kecil dengan kondisi perairan relatif tenang, disekitar daerah terumbu karang dan juga sedekat mungkin dengan sumber air tawar. Di Indonesia penyebaran mereka banyak terdapat di wilayah timur Indonesia. Suku sama juga dijumpai di Negara Philipina bagian selatan, Malaysia Timur dan Brunai Darussalam (WWF-Indonesia, 2010). Orang Bajo dikenal juga sebagai pelaut ulung atau pelaut sejati yang sangat akrab dengan lingkungan perairan laut. Mereka beradaptasi dengan lingkungan perairan laut untuk memenuhi kebutuhan hidup mereka. Adaptasi membutuhkan pengetahuan untuk dapat memanfaatkan dan mengoptimalkan sumberdaya yang ada. Upaya adaptasi tersebut menjadi suatu nilai kearifan lokal. Kearifan lokal menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah kematangan masyarakat di tingkat komunitas lokal yang tercermin dalam sikap, perilaku, dan cara pandang masyarakat yang kondusif di dalam mengembangkan potensi dan sumber lokal (material dan non material) yang dapat dijadikan sebagai kekuatan di dalam mewujudkan perubahan ke arah yang lebih baik atau positif. Keraifan lokal masyarakat dalam bidang oseanografi yang teraplikasikan pada fenomena lingkungan laut serta interaksi mereka terhadap lingkungan laut disebut dengan *ethno oceanography* (Gassala dan Antonio, 2011).

Pola adaptasi orang Bajo yang dapat kita saksikan adalah konstruksi rumah mereka terhadap dinamika pergerakan pasang surut. Hal yang menjadi pertanyaan bagi kita adalah bagaimana *Suku Sama* menentukan tinggi lantai bangunan mereka dari dinamika pasang surut. Bukti fisik berupa bangunan rumah tinggal dan sero tancap (*fish trap*) adalah produk pengetahuan yang tinggi dalam memperhitungkan tunggang air pasang surut. Teknik perhitungan mereka tersebut perlu untuk diketahui dan dikaji secara ilmiah. Penulusuran penulis sejak tahun 1999 untuk memahami teknik perhitungan mereka, dilakukan dengan mengumpulkan informasi dari beberapa orang dari *Suku Sama* di Sulawesi Tenggara (Pulau Muna), Maluku Utara (Pulau Kayoa dan Pulau Bacan) dan beberapa

orang Bajo lainnya yang berasal dari Sulawesi Tengah (Pulau Banggai dan pulau-pulau di sekitarnya). Hasil penelusuran diperoleh informasi kebiasaan pengukuran tinggi air dilakukan pada bulan Sya'ban atau bulan ke-8 tahun Hijriah.

Secara teknis, pengukuran tunggang air hanya dilakukan pada tanggal 15 Sya'-ban yang bertepatan dengan *Nisfu Sya'ban*. Pengukuran dilakukan pada siang hari dengan memberi tanda pada tiang saat air berada pada titik minimum dan maksimum. Perhitungan sederhana dilakukan dengan menambahkan hasil pengukuran sebelumnya dengan hasil pembagiannya selisih pengukuran dalam tiga bagian. Nilai yang dihasilkan merupakan nilai minimum dari rencana konstruksi. Teknik pengukuran yang mereka lakukan tersebut, hanya pada kawasan perairan yang belum terdapat referensi tinggi air berupa bangunan di sekitarnya atau pada daerah yang sulit melakukan *leveling* dari bangunan yang dijadikan rujukan. Pengetahuan *Suku Sama* tersebut merupakan suatu pendekatan sederhana dalam penentuan tunggang air.

Penanggalan hijriah sering disebut dengan penanggalan Islam, sekaligus juga sebagai kalender astronomi dan aritmetika yang mengikuti sistem pergerakan bulan atau *lunar sistem*. Kalender aritmatika yaitu kalender yang disusun berdasarkan perhitungan matematika/aritmetika, bukan berdasarkan observasi/rukyat. Kalender aritmatik juga merupakan kalender yang dapat dengan mudah dihitung "*hisab*" karena didasarkan atas rumus dan perhitungan aritmatik. Dalam kalender hijriah, sebuah hari atau tanggal dimulai ketika terbenamnya matahari atau saat terbitnya bulan setiap harinya. Penanggalan hijriah sangat memperhatikan tanda-tanda alam dalam peredaran bulan. Peredaran bulan terhadap bumi yang pergerakannya searah menyebabkan penampakan bulan sabit (hilal) menjadi lebih singkat dan lebih penting karena menjadi dasar waktu untuk ibadah bagi umat beragama Islam (Suwarno, 2007; Azhari, 2005; Anwar, 2008). Pada bagian lain arah pergerakan yang searah tersebut terutama pada wilayah ekuator menyebabkan bangkitan tinggi air pasang surut optimum dengan arah pergerakannya berlawanan dengan arah rotasi bumi (Pugh, 1996).

Uraian di atas, menghasilkan beberapa pertanyaan yang memerlukan pembuktian sekaligus sebagai bagian dari maksud penelitian ini yakni: apakah pasang tertinggi pada hari ke 15 di bulan *Sya'ban* terjadi pada saat siang hari dan apakah penambahan seper-tiga dari nilai selisih pengukuran, representatif untuk memperoleh nilai tunggang air sepanjang tahun. Pertanyaan tersebut mengarahkan penelitian ini sebagai uapaya pembuktian kearifan lokal Suku Sama sebagai suatu metode pengukuran tunggang air. Teknik pengukuran tersebut dalam makalah ini selanjutnya disebut *metode Suku Sama* (MSS).

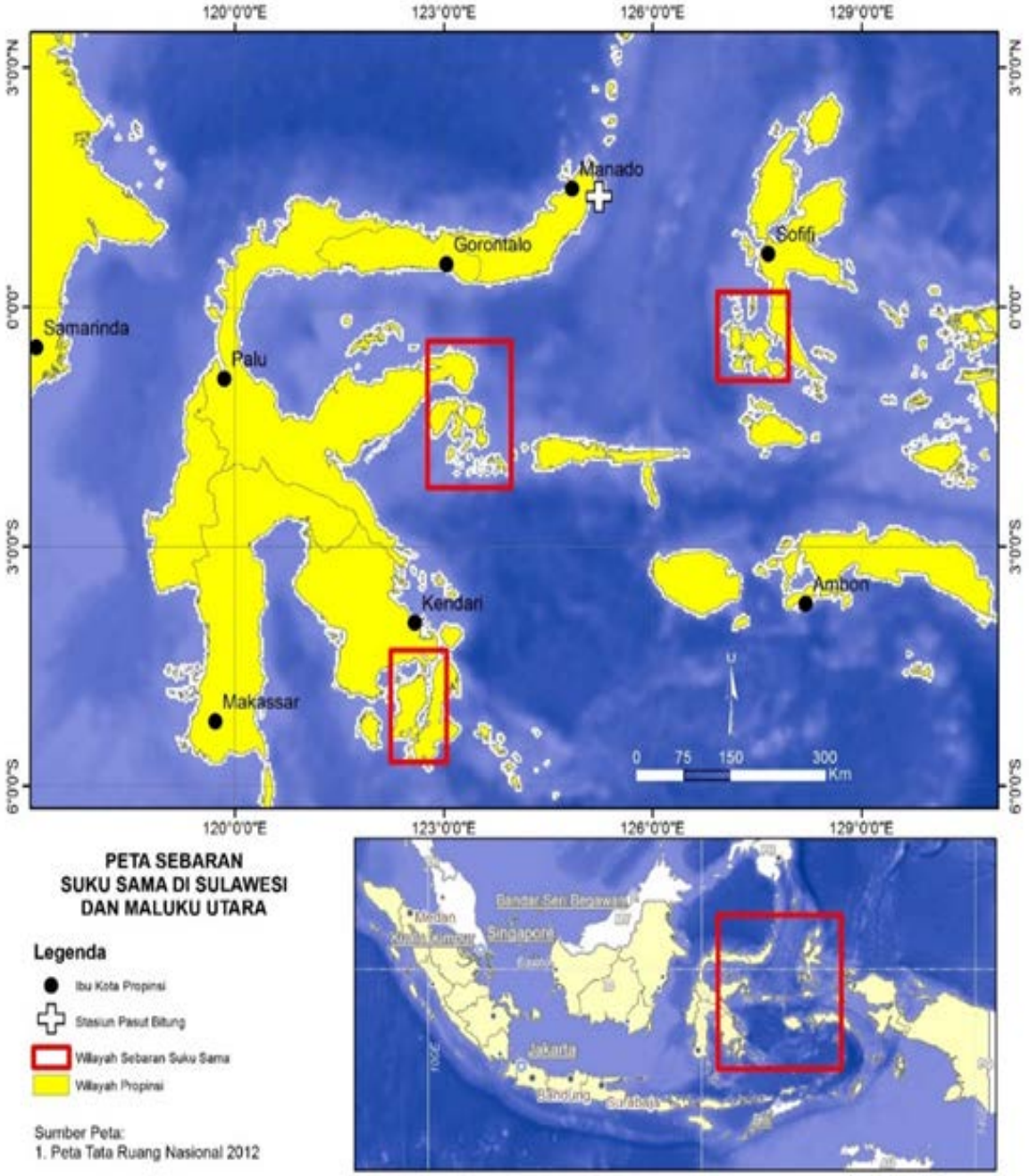
Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis secara ilmiah kearifan lokal *Suku Sama* dalam penentuan tunggang air pasang surut. Analisis dilakukan dengan tujuan menjawab hal yang mendasar secara ilmiah dari kearifan lokal *Suku Sama* melalui: (1) perbandingan hasil pengukuran beda tinggi air pasang surut yang terjadi pada waktu malam dan siang hari di tanggal 15 Sya'-ban, (2) perbandingan hasil perhitungan tunggang air (*datum elevasi*) antara hasil dari metode MSS dan nilai konstituen harmonik pasang surut, dan (3) perbandingan hasil perhitungan tunggang air dengan metode MSS terhadap bulan hijriah lainnya.

II. METODE PENELITIAN

Data pengukuran pasang surut (*reanalisisdata*) diperoleh dari Universitas Hawaii Sea Level Center (UHSLC) pada webbhttp://uhslc.soest.hawaii.edu/data/download/rq. Stasiun data yang digunakan untuk penelitian ini adalah Stasiun Bitung, yang berada pada posisi geografis 0° 26.4′ LU dan125° 11.6′ BT (Gambar 1). Stasiun data tersebut merupakan stasiun pasang surut terdekat dari sumber informasi MSS, selain itu penentuan stasiun data didasarkan pula

pada ketersediaan jumlah data pengukuran yang representatif (*time series*) dan kemudahan mendapatkannya.

Konversi penanggalan masehi ke hijriah menggunakan software Accurate Times 5.3.6 (Odeh, 2013), sedangkan per hitungan nilai konstituen harmonik pada pasang surut menggunakan aplikasi T-Tide (Paw-lowicz *et al.*, 2002). Perhitungan konstituen harmonik me-nggunakan data pasang surut terukur yang dikelompokkan kedalam penanggalan hijriah untuk data 1 bulan hijriah (29/30 hari).



Gambar1. Lokasi pengukuran pasang surut dan sumber informasi kearifan lokal masyarakat *Suku Sama*.

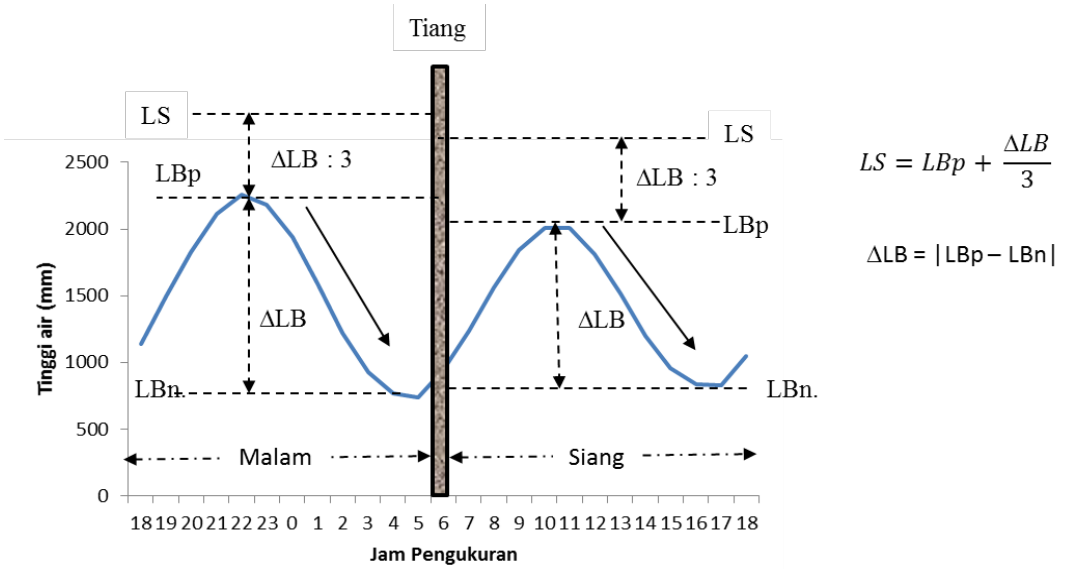
Perhitungan tersebut untuk mendapatkan 6 konstutien utama pasang surut untuk perhitungan tunggang air yakni M_2, S_2, K_2, K_1, O_1, dan P_1. Hasil perhitungan, selanjutnya digunakan dalam menghitung tunggang air rata-rata tinggi air tertinggi (MHWL) dan air tinggi tertingi (HHWL). Nilai tinggi air rata-rata (MSL) ditentukan dengan nilai rata-rata keseluruhan data pasang surut terukur. Perhitungan nilai MHWL dan HHWL merujuk pada persamaan empiris (*ICSM PCTMSL, 2011*) sebagai berikut:

High Highest Water Level (HHWL)=
$MSL + (M_2+S_2+K_2+K_1+O_1+P_1)$ …….…. (1)

Mean Highest Water Level (MHWL)=
$MSL + (M_2+K_1+O_1)$ ……..…….. (2)

Hasil perhitungan tunggang air dari konstituen harmonik selanjutnya disbandingkan dengan hasil perhitungan dengan aplikasi MSS. Pengukuran dan perhitungan tunggang air berdasarkan MSS (Gambar 2) dilakukan sebagai berikut:

(1) Pengukuran tinggi air pasang surut dilakukan pada pergerakan pasang dan surut yang terjadi secara berurutan dalam satu pergerakan gelombang pasang surut yang sama pada tanggal 15 Sya'ban untuk pengukuran disiang hari.
(2) Menentukan nilai batas air pasang atau nilai pasang maksimum (batas air pasang) dan pasang minimum (batas air surut) pada *peak* pergerakan pasang surut yang dalam bahasa Suku Sama menyebutnya masing-masing dengan istilah *likkas boe pasolon* dan *likkas boe pangngiri*. Penentuan nilai tersebut dilakukan pada sebuah tiang atau *bente* yang telah ditancapkan di dasar perairan. Nilai *Likkas boe pasolon* dan *likkas boe pangngiiri* selanjutnya dinotasikan dengan LBp dan LBn.
(3) Menghitung selisih LBp dan LBn sebagai nilai mutlak sebagai nilai beda tinggi air pasang surut. Nilai beda tinggi air tersebut dinotasikan dengan ΔLB (*Likkas boe*) atau selisih batas air.
(4) Membagi tiga nilai ΔLB dan menambahkannya pada nilai LBp, hasil penjumlahannya disebut dengan nilai *Likkas Silapas* (LS). Nilai LS yang dihasilkan, oleh suku Sama diartikan sebagai referensi minimum dari tunggang air. Mereka masih melakukan penambahan tinggi air berdasarkan peruntukannya (rumah dan atau sero tancap). Kata *Likkas Silapas* (LS) juga mengunakan nama pemberi awal informasi dalam metode ini sebagai bentuk penghargaan kepada *Suku Sama*.



Gambar 2. Illustrasi pengukuran tunggang air pasang surut dengan MSS.

Untuk menghindari kesalahan hasil konversi penanggalan masehi ke hijriah di tanggal 15 Sya'ban sebanyak satu hari dari hasil penggunaan software konversi penanggalan (software *accurete time*), maka perhitungan nilai LS juga dilakukan untuk data pengukuran sehari sebelum (14 Sya'ban) dan sesudahnya (16 Sya'ban). Perhitungan nilai LS sebagai nilai pembanding dilakukan berdasarkan perbedaan waktu pengukuran. Adapun perbandingan nilai LS yang dimaksud sebagai berikut:

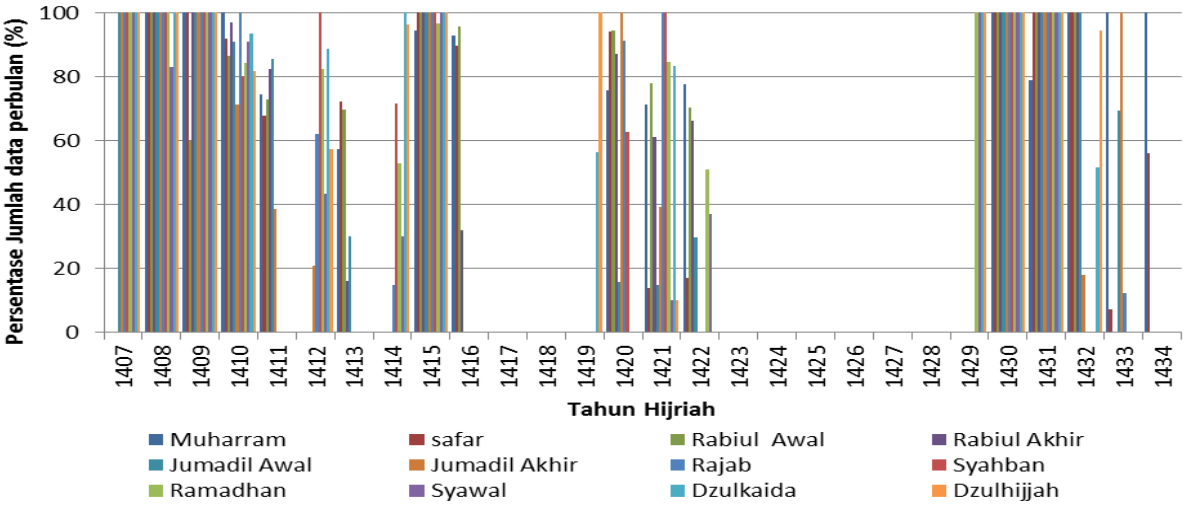
1) Membandingkan nilai LS berdasarkan waktu pengukuran skala harian, yakni dengan membandingkan nilai LS dari hasil pengukuran siang (LS-s) dan malam hari (LS-m).
2) Membandingkan rasio *Likkas Boe* (ΔLB) terhadap nilai *Likkas Silapas* (LS).
3) Membandingan nilai LS berdasarkan bulan pengukuran dengan data terukur pada tanggal 15 tiap bulan hijriah.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

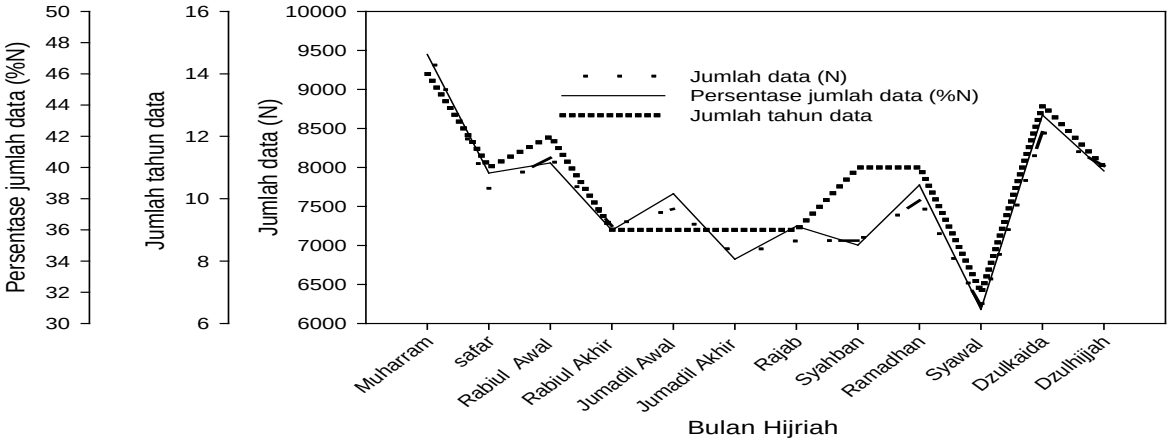
3.1.Karakteristik dan distribusi data

Data pengukuran pasang surut yang diperoleh dari UHSLC dan dianalisi (reanalisis) sebanyak 92.403 data yang terukur sejak bulan Desember 1986 yang bertepatan dengan bulan Jumadil awal 1407 H hingga Desember 2012 (Muharram 1434 H). Nilai pengukuran minimum, maksimum dan rata-rata dari data tersebut masing-masing 0,491 m; 2,616 m dan 1,482 m. Dari total data yang diperoleh pada Stasiun Bitung hanya 38,30 % data yang tersedia dalam kurun waktu data selama 16 tahun (Gambar 3) atau terdapat 10 tahun data tidak terukur. Persentase total ketersediaan data tersebut yang selanjutnya dikelompokkan dalam bulan hijriah terdistribusi antara 30,90 – 47,25% ditiap bulan hijriah (Gambar 4) atau tiap bulan hijriah yang sama terdapat 7 sampai 14 tahun data. Distribusi tahun data pada bulan Sya'ban yang tersedia sebanyak 11 tahun pengukuran, jumlah tahun data tersebut dinilai dapat digunakan sebagai pengulangan perhitungan.

Tipe pasang surut pada Stasiun Bitung bertipe campuran condong harian ganda (Gambar 5) dengan nilai Fohmzal (F) untuk bulan Sya'ban berkisar 0,48 - 0,64. Nilai F menyebabkan tinggi air yang terjadi pada bulan Sya'ban antara air pasang yang terjadi pada malam hari (pasang I) dan siang hari (pasang II) selalu berbeda. Nilai perbedaan tersebut dapat diperlihatkan pada rasio beda tinggi air (ΔLB) pada pasang I dan II pada tanggal 15 Sya'ban rata-rata lebih tinggi dengan nilai deviasinya paling kecil (1,17 ± 0,49 m) dibandingkan dengan beda tinggi air (ΔLB) pada tanggal 14 Sya'ban (1,05 ± 0,51 m) dan 16Sya'ban (1,11±0,51 m).



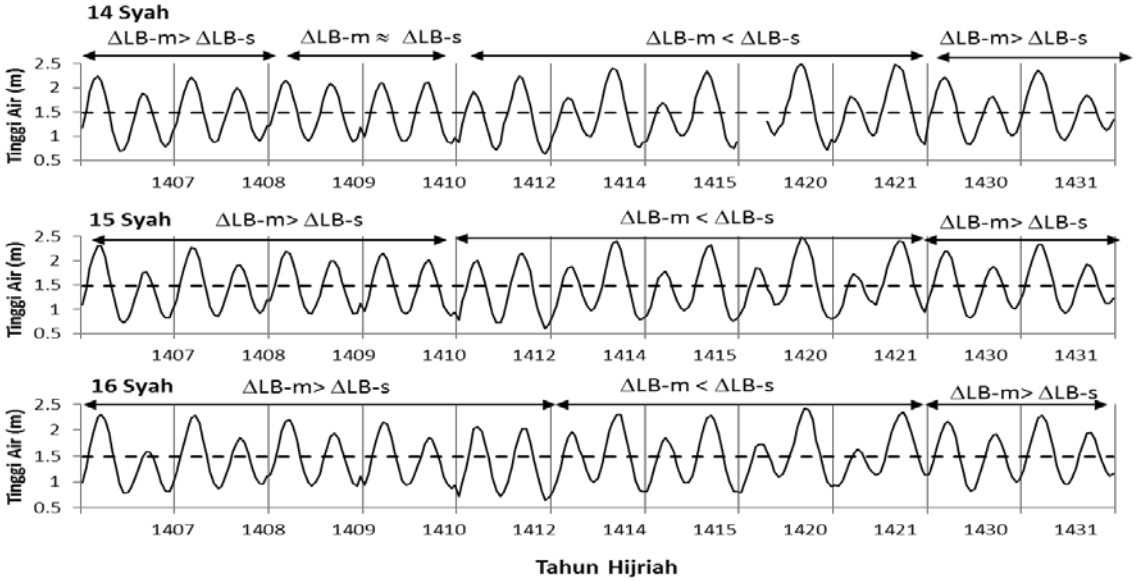
Gambar 3. Distribusi data (%) ketersediaan data pasang surut di Stasiun Bitung.



Gambar4. Jumlah dan persen ketersediaan data pengukuran pasang surut beradasarkan bulan hijriah di Stasiun Bitung.

Perbedaan ΔLB ini merupakan fenomena umum untuk pasang surut bertipe campuran condong harian ganda akibat angular momentum dari pergerakan benda angkasa pembangkit pasang surut (Chao *et al.*,1996; Nidzieko, 2010), sedangkan perbedaan harian ditahun yang berbeda lebih diakibatkan oleh pengaruh jarak bulan dan matahari terhadap stasiun data yang bervariasi (Gambar 6). Variasi pergerakan tersebut menyebabkan gaya pembangkit pasang surut mengalami perbedaan dalam membangkitkan tinggi air (Jay, 2009; Mawdsley *et al.*, 2015.) dan juga pada ketidaksimetrisan pergerakan pasang surut dalam satu siklus harian (LI Peiliang, 2004; Nidzieko, 2010) dan menghasilkan tipe pasut yang berbeda di wilayah tertentu yang diperlihatkan dengan nilai ΔLB. Ketidaksimetrisan yang dimaksud diperlihatkan pada perubahan ΔLB pada siang dan malam dari tanggal 14 sampai 16 Sya'ban ditahun yang sama (Gambar 5).

Vasiasi ΔLB dapat dilihat pada luas wilayah yang dibentuk oleh profil pergerakan pasang surut dan garis MSL (*Dash line)* yang membentuk pola distribusi normal (*Gaussian*) antara pasang pertama dan kedua yang membentuk pola keseimbangan. Keseimba-



Gambar 5. Profil pergerakan pasang surut di Stasiun Bitung pada tanggal 14, 15 dan 16 Sya'ban.

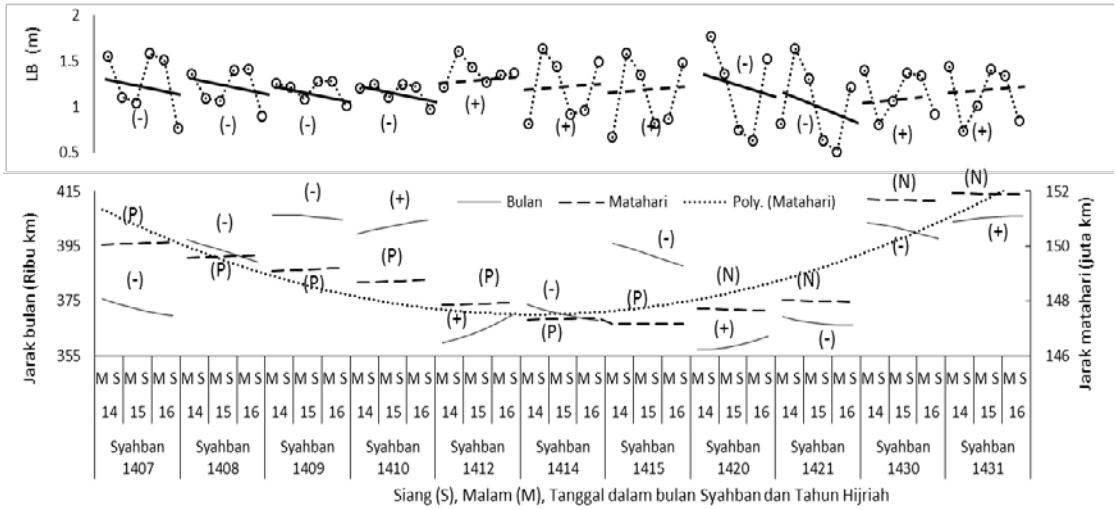
ngan dimaksudkan, jika area *gaussian* pada pasang pertama makin membesar seiring perubahan hari (tanggal), maka pada pasang kedua dihari yang sama akan mengalami pengurangan area, demikian pula sebaliknya.

3.2. Variasi NIlai ΔLB terhadap Perubahan Jarak *Ephimeries* Bulan dan Matahari

Hasil perhitungan jarak matahari dan bulan (*ephimeries topocentric*) pada tanggal 14, 15, dan 16 Sya'ban, menujukkan bahwa secara umum kedua benda langit di tanggal tersebut salah satunya bergerak mendekati bumi. Pengecualian pergerakan yang kedua benda angkasa saling menjauhi [tanda (P) dan (+)] terjadi ditahun 1410 H dan 1412 H (12-14 Maret 1990 dan 18-20 Februari 1992). Fenomena makin menjauhnya matahari dan bulan tersebut (Gambar 6) merupakan dampak skala harian dari rotasi bumi dan peredaran bulan pada fase purnama (Souchay *et al.*, 2013) disaat peredaran bulan dan bumi mengalami perturbasi dari posisinya. Kondisi tersebut dapat diketahui dengan nilai amplitudo konstituen hamonik M_2 yang membesar. Hasil perhitungan amplitudo konstituen harmonik M_2 pada bulan Sya'ban 1412 H diperoleh nilai 0,38 m (maksimum) dari 8 tahun data dengan nilai rata-rata 0,36±0,01m.

Besarnya nilai amplitudo M_2pada tahun 1410 H dan 1412 H juga diakibatkan pergerakan menjauhnya bulan dan matahari diakibatkan keduanya berada pada jarak terpendek dengan bumi atau stasiun data (dot line). Hal tersebut dibuktikan berdasrkan waktu kejadian berada dibulan Februari dan Maret. Hal itu berarti matahari masih berada di bagian selatan bumi dan bergerak mendekati *equator* (mendekat dengan lokasi) dan pada waktu yang sama bulan berada pada fase purnama atau posisi bulan berada dibelakang bumi terhadap arah matahari. Pada kondisi ini, posisi stasiun selama tiga hari pergerakan rotasi bumi makin menjauh dari matahari dan bulan akibat rotasi bumi itu sendiri terhadap posisi bulan. Adapun terhadap matahari, merupakan bagian dari pergerakan balik matahari menuju equator (Souchay *et al.*, 2013).

Analisis korelasi (Tabel 1) antara jarak matahari pada tanggal 15 Sya'ban menunjukkan korelasi yang relative besar dan bernilai sama, baik berkorelasi pada ΔLB-m (R^2≈ 73 %) dan ΔLB-s (R^2≈ 55 %). Hal ini berarti jarak matahari saat siang dan malam hari relatif konstant dalam perubahan ΔLB dengan korelasi yang lebih besar terjadi terhadap nilai ΔLB-m. Kondisi yang berbeda diperlihatkan pada korelasi jarak matahari



Keterangan : (P) dan (+) bergerak menjauhi; (N) dan (-) bergerak mendekat

Gambar 6. Kecendrungan garis nilai LB dan *tracjectory* jarak matahari dan bulan dari Stasiun Bitung pada tanggal 14,15 dan 16 Sya'ban.

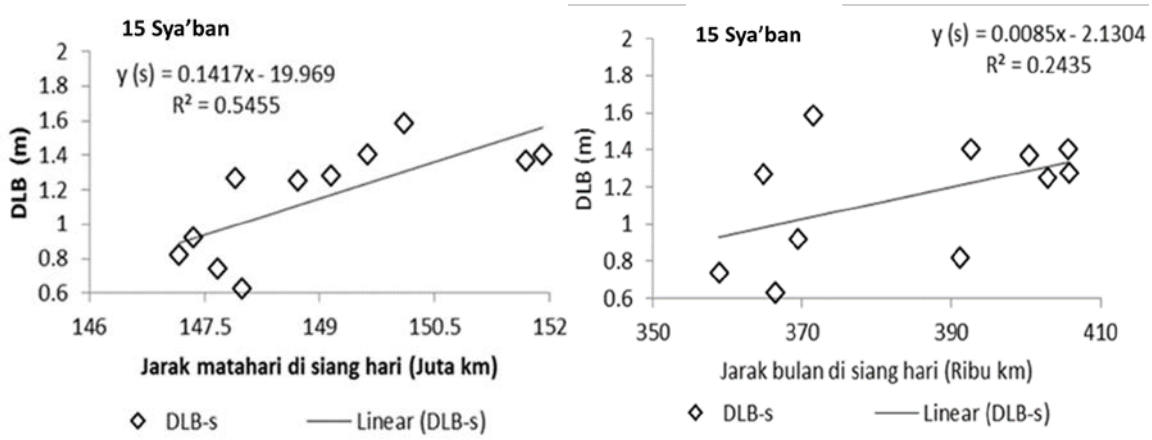
dengan ΔLB pada tanggal 14 dan 16 Sya'ban, dimana korelasi maksimum kedua tanggal tersebut terjadi untuk jarak matahari disiang hari. Hal berbeda diperlihatkan pada pengaruhnya terhadap nilai ΔLB, yang mana pada tanggal 14 Sya'ban berkorelasi pada ΔLB-m sedangkan pada tanggal 16 Sya'ban pada nilai ΔLB-s. Fenomena korelasi pada pengaruh jarak matahari terhadap ΔLB, juga memperlihatkan fenomena yang sama untuk korelasi jarak bulan terhadap nilai ΔLB. Korelasi jarak bulan terhadap perubahan nilai ΔLB pada tanggal 15 Sya'ban lebih besar dalam membangkikan muka air laut pada malam hari ($R^2 \approx 53\%$) dibandingkan korelasinya pada siang hari. Korelasi jarak bulan pada tanggal 16 Sya'ban secara keseluruhan nilai ΔLB-m dan nilai ΔLB-s lebih kecil korelasinya ($R^2 < 35$ %) atau nilai ΔLB lebih didominasi oleh pengaruh jarak matahari.

Secara keseluruhan korelasi yang diperlihatkan pada Table (1) merupakan fenomena umum untuk perubahan tinggi muka air pada fase purnama untuk tipe pasang surut campuran mirip harian ganda (Zdaenek, 1979). Hal tersebut diperlihatkan pada nilai korelasi yang terjadi pada malam hari (ΔLB-m) tanggal 15 Sya'ban sebagai waktu pasang (puncak bulan purnama) dan sebaliknya posisi tinggi air terendah terjadi pada fase bulan kuartil. Pergerakan ke puncak purnama mulai nampak bergerak naik pada 6 jam sebelumnya yang ditunjukkan dengan nilai korelasi jarak matahari dan bulan terhadap ΔLB dalam katagori yang sedang (50 % < R^2> 66 %). Hal ini juga diperlihatkan pada tinggi muka air (lihat Gambar 5), dimana muka air pada pergerakan pasang II(14 Sya'-ban) dan pasang I (15 Sya'ban) lebih tinggi dibandingkan pada pasang I (14 Sya'ban) dan pasang II di tanggal 15 Sya'ban.

Fenomena lain yang diperoleh dari hasil analisis korelasi pada tanggal 15 Sya'-ban (siang hari) dan tanggal 16 Sya'ban (malam hari), dimana waktu tersebut tidak adanya berkorelasi yang kuat ($R^2 < 54$ %) terhadap perubahan ΔLB-s dan ΔLB-m dari pengaruh jarak bulan dan matahari.Kondisi tersebut dapat diterjemahkan bahwa perubahan jarak bumi atau matahari (menjauh atau mendekat) dari bumi pada kurun waktu tersebut tidak signifikan mempengaruhi ΔLB (relatif stabil). Kondisi tersebut juga ditunjukkan pada nilai koefisien regresi (Gambar 7) untuk pengaruh jarak matahari (β_m= 14.2 %) dan jarak bulan ((β_b= 0.85 %) yang keduanya relatif kecil. Dengan koefisien regresi, maka perubahan nilai ΔL Bdari menjauhnya matahari dan bulan akan memberi kontribusi yang jauh lebih kecil terhadap ΔLB. Hal ini disebabakan makin menjauhnya matahari dan bulan maka makin kecil pula gaya pembangkit pasang surut yang berkembang (Wilhelm *et al.*, 1997).

Tabel 1. Nilai korelasi (R^2) antara jarak (rata-rata) matahari dan bulan dengan stasiun data terhadap nilai ΔLB yang dihasilkan pada pasang surut di siang hari dan malam hari.

Likkas Boe (ΔLB) (Y)		Jarak Matahari (X)		Jarak Bulan (X)	
		Siang	Malam	Siang	Malam
14 Sya'ban	Malam	0,9208	0,917	0,0934	0,0822
	Siang	0,6596	0,6527	0,5632	0,5582
15 Sya'ban	Malam	0,7355	0,7307	0,5287	0,5362
	Siang	*0,5455*	*0,5367*	0,2435	0,2367
16 Sya'ban	Malam	0,432	0,4235	0,3375	0,2482
	Siang	0,7327	0,7271	0,2498	0,3499



Keterangan: DLB = ΔLB

Gambar 7. Korelasi jarak matahari dan bulan terhadap nilai ΔLB-s pada tanggal 15 Sya'ban.

Nilai korelasi (Tabel 1) yang dihubungkan dengan *MSS* memperlihatkan nilai ilmiah yang mendasar dari kearifan lokal *Suku Sama* dalam menentukan waktu pengukuran tunggang air yaitu:

- Akan memudahkan secara visual kegiatan pengukuran saat siang hari dibandingkan malam hari.
- Tinggi air pada tanggal 15 Sya'ban (siang hari) tidak dipengaruhi secara dominan oleh jarak matahari dan bulan (korelasi kecil) terhadap nilai selisih *Likkas Boe* (ΔLB). Dengan hal tersebut berarti tinggi air saat itu merupakan tinggi air maksimum (ΔLB) tanpa pengaruh yang besar dari jarak matahari dan bulan.
- ΔLB optimum dikarenakan juga pada tanggal 15 Sya'ban (siang hari) masih berada pada hari puncak fase bulan purnama.
- Dari nilai korelasi juga menjelaskan bahwa tinggi air pada siang hari tanggal 15 Sya'ban, merupakan pergerakan balik (stabilisasi tinggi air) dari tinggi air saat puncak fase bulan purnama yang terjadi sebelumnya sebelum masuk pada malam hari di tanggal 16 Sya'ban. Ini berarti dinamika air kondisi perairan relatif tenang dan tidak menyulitkan upaya pengukuran.

3.3. Amplitudo Konstituen Harmonik dan Tunggang Air Pasang Surut Bulan Sya'ban

Perhitungan nilai konstituen harmonik pasang surut untuk 6 komponen utama yang digunakan dalam perhitungan tunggang air bulan Sya'ban memperlihatkan nilai amplitudo yang relatif sama dari tahun ketahun (11 tahun data). Deviasi terbesar (0,02 m) terjadi pada nilai konstituen harmonik S_2 (Tabel 2). Deviasi tersebut bernilai kecil (± 2 cm), namun memberi makna bahwa data waktu pengukuran yang dianalisis mempunyai perbedaan yang besar atau dengan kata lain posisi pengaruh pergerakan matahari terhadap bumi (jarak) yang beredar pada siklusnya masing-masing berada pada jarak yang jauh (Wilhelm *et al.*, 1997; Leffler and Jay, 2008; Olah, 2009; Najibi *et al*., 2013). Secara keseluruhan nilai perhitungan rata-rata amplitude konstituen harmonik tidak berbeda dengan perhitungan yang dilakukan oleh Rampengan (2013).

Nilai tunggang air pada bulan Sya'ban (HHWL dan MHWL) bervariasi sangat kecil sejauh 2-3 cm dalam kurung waktu tahun 8 tahun. Dengan memperhatikan nilai maksimum dan minimum tunggang air di Stasiun Bitung, menunjukkan bahwa kisaran kedua nilai pada tunggang air (HHWL dan MHWL) cukup kecil (< 12 cm) dibandingkan dengan nilai tunggang air rata-rata keseluruh-

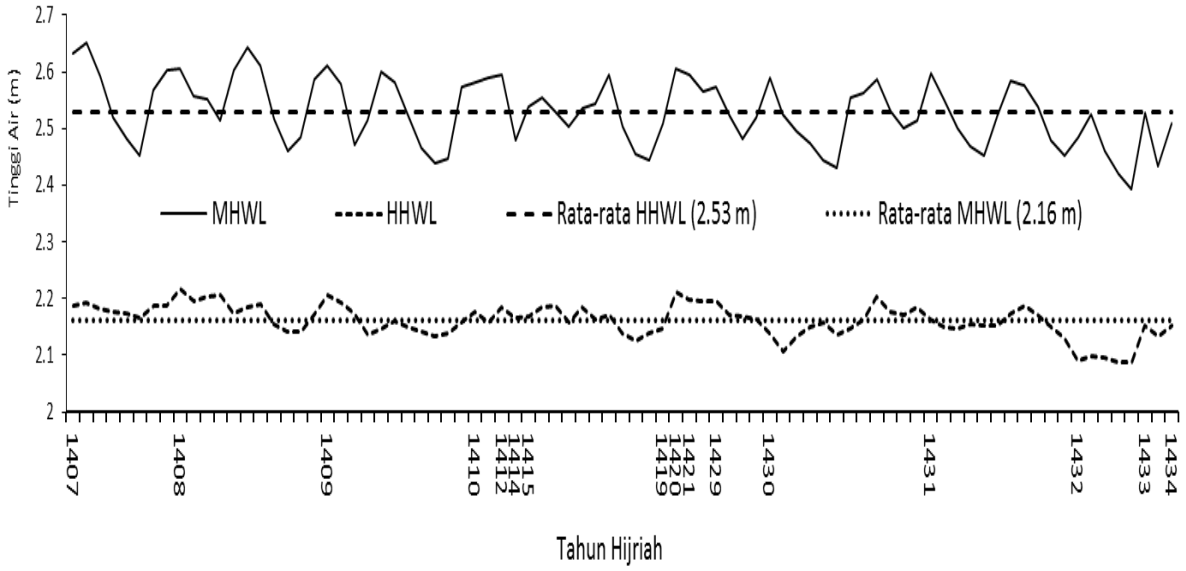
Tabel 2. Nilai amplitudo konstituen harmonik pasang surut dan tunggang airnya pada bulan Sya'ban di Stasiun Bitung.

Nilai (m)	Amplitudo konstituen harmonik (m)						Tunggang air (m)	
(N = 8 tahun)	$*O_1$	$*P_1$	$*K_1$	$*M_2$	$*S_2$	$*K_2$	MHWL	HHWL
Rata-rata	0,12	0,07	0,21	0,36	0,25	0,07	2,56	2,17
Maksimum	0,14	0,08	0,23	0,38	0,28	0,08	2,60	2,20
Minimum	0,11	0,06	0,18	0,35	0,22	0,06	2,52	2,15
Deviasi	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02

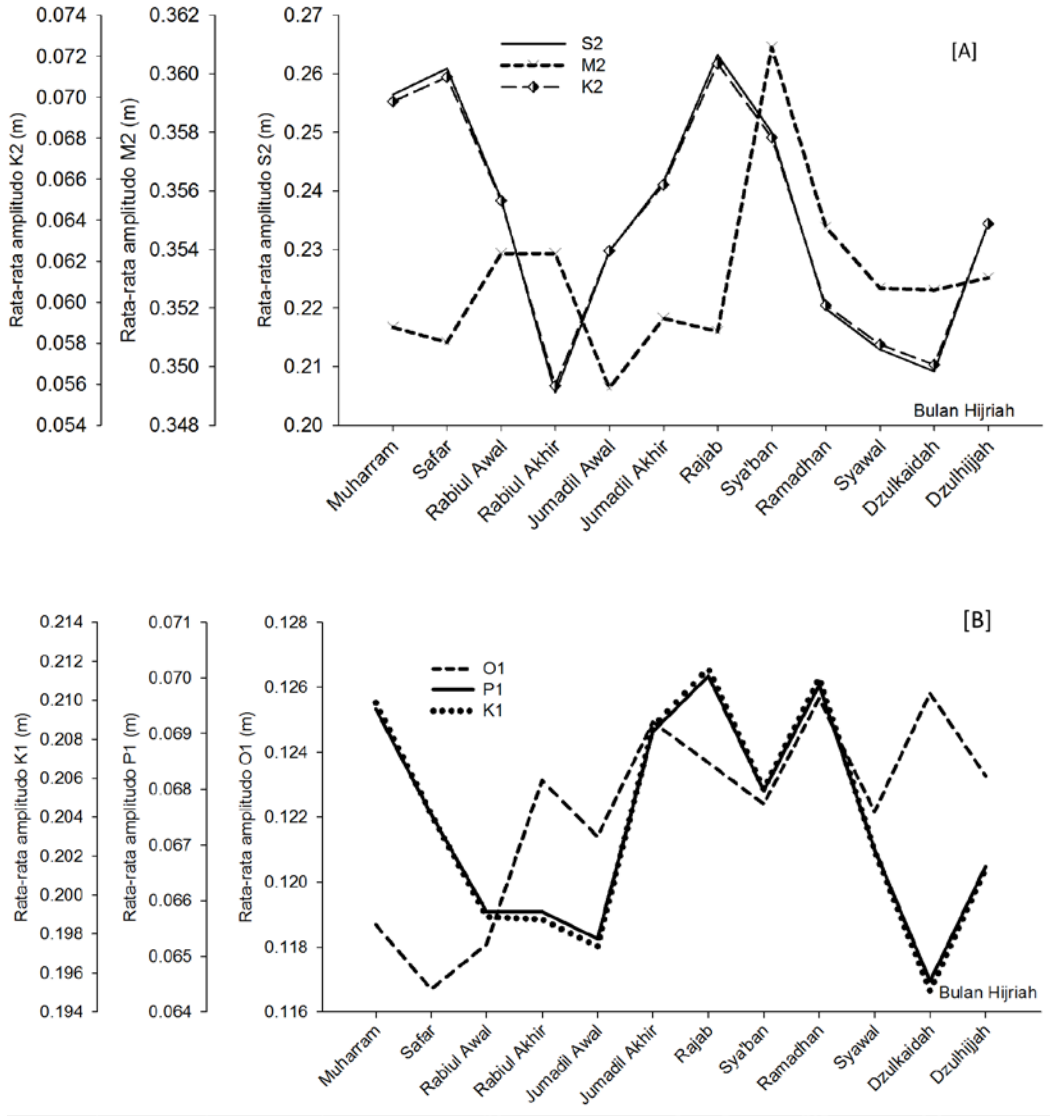
* Signifikan

an perhitungan tunggang air di stasiun Bitung (Gambar 8) sebesar 2,16 (MHWL) dan 2,53 m (HHWL). Dengan membandingkan nilai maksimum dan minimum MHWL bulan Sya'ban (2,20 m dan 2,15 m) terhadap rata-rata perhitungan MHWL keseluruhan atau dari totaljumlah data, menunjukkan bahwa tunggang air di bulan Sya'ban lebih tinggi atau nilai MHWL bulan Sya'ban berada di atas nilai rata-rata MHWL dari total data. Lebih tingginya nilai MHWL pada bulan Sya'ban ini didukung oleh amplitudo harmonik pasang surut yang lebih besar dibandingkan dengan bulan-bulan hijriah lainnya (Gambar 9). Fenomena ini dapat dibuktikan dengan kejadian purnama besar (*super moon*) terjadi pada bulan Sya'ban.

Amplitudo konstituen harmonik pasang surut berdasarkan bulan hijriah (Gambar 9) memperlihatkan nilai fluktuasi yang berbeda. Konstiutuen S_2 dan K_2 membentuk pola yang sama dengan nilai apmlitudo maksimum terjadi di bulan Safar dan Rajab. Konstituen M_2 dengan amplitudo maksimum terjadi di bulan Sya'ban. Secara keseluruhan kanstituen harmonik yang digunakan menghitung tunggang air dengan nilai amplitudo optimum terjadi di bulan Sya'ban. Nilai konstituen harmonik (nilai rata-rata) sebagaimana gambar 9, menunjukkan fenomena yang sama dari hasil penelitian LI Peiliang (2004) dan Najibi*et al.* (2013) tentang nilai amplitudo konstituen M_2 yang selalu lebih tinggi dan mempunyai variasi nilai yang relatif sama dari tahun yang berbeda.



Gambar 8. Variasi nilai tunggang air HHWL dan MHWL Stasiun Bitung.



Gambar 9. Amplitudo rata-rata konstituen harmonik pasang surut untuk komponen ganda [A] dan komponen tunggal [B]di Stasiun Bitung.

3.4. Nilai *Likkas Silapas* (LS)

Perhitungan nilai *Likkas Silapas* (LS) untuk data malam hari sebagai pasang I (LS-m) dan pasang II (LS-s) terhadap nilai rata-rata tinggi air rata-rata (MHWL) diperlihatkan pada Tabel (3). Nilai LS negatif lebih banyak (50 %) ditemukan pada perhitungan LS-m dibandingkan dengan perhitungan LS-s (nilai dalam kurung). Nilai LS-s dari hasil perhitungan terdapat 4 tahun data dari ketiga tanggal pengukuran berada dibawah garis MHWL yang terjadi pada data tanggal 14 dan 16 Sya'ban, sedangkan perhitungan LS dimalam hari (LS-m) sebagai pergerakan pasang I menghasilkan keseluruhan tanggal pengukukuran terdapan nilai LS-m berada dibawah MHWL. Pada bagian lain perhitungan nilai LS-s tanggal 15 Sya'ban secara keseluruhan (100 %) berada di atas nilai rata-rata tinggi air rata-rata (MHWL). Variasi nilai perhitungan LS terhadap nilai MHWL dan HHWL tersebut secara umum merupakan dampak dari nilai ΔLB yang berbeda pada kedua waktu (siang dan malam) terhadap tanggal pengukuran yang dilakukan (Gambar 5).

Tabel 3. Selisih LS terhadap MHWL Stasiun Bitung pada fase purnama di bulan Sya'ban.

Tahun Hijriah	Nilai LS-m – MHWL (Malam Hari)			Nilai LS-s – MHWL (Siang Hari)		
	14Sya'ban	15Sya'ban	16Sya'ban	14Sya'ban	15Sya'ban	16Sya'ban
1407	0,17	0,25	0,21	0,06	0,03	(0,36)
1408	0,15	0,22	0,24	0,18	0,11	(0,02)
1409	0,05	0,10	0,12	0,34	0,20	0,12
1410	(0,03)	0,07	0,05	0,36	0,23	0,02
1412	(0,20)	(0,10)	(0,01)	0,63	0,49	0,34
1414	(0,46)	(0,33)	(0,25)	0,81	0,74	0,65
1415	**(0,70)**	(0,53)	(0,45)	0,69	0,59	0,60
1420	*	(0,50)	(0,65)	0,90	0,74	0,74
1421	(0,52)	**(0,66)**	**(0,79)**	0,85	0,68	0,59
1430	0,12	0,08	0,06	(0,12)	0,04	0,02
1431	0,27	0,23	0,17	(0,06)	0,11	0,08

Keterangan :* = Tidak ada data; $LS\text{-}_m$ dan $LS\text{-}_S$ = Nilai LS untuk nilai LS siang dan malam hari; dan(xxx) = nilai LS negetif atau nilai LS di bawah nilai MHWL. Nilai angka tebal (bolt) = nilai maksimum LS berada dibawah nilai MHWL.

Berdasarkan nilai Selisih LS terhadap MHWL (Tabel 3) menjelaskan bahwa pengukuran tunggang air dengan metode MSS yang dilakukan pada siang hari di tanggal 15 Sya'ban menghasilkan nilai LS berada disekitar nilai MHWL. Kisaran nilai LS terhadap nilai MHWL sebesar 0,03-0,74 m. Kondisi ini berarti bahwa nilai LS yang diperoleh dari pengukuran disiang pada tanggal 15 Sya'ban dapat digunakan sebagai nilai tunggang air (MHWL).

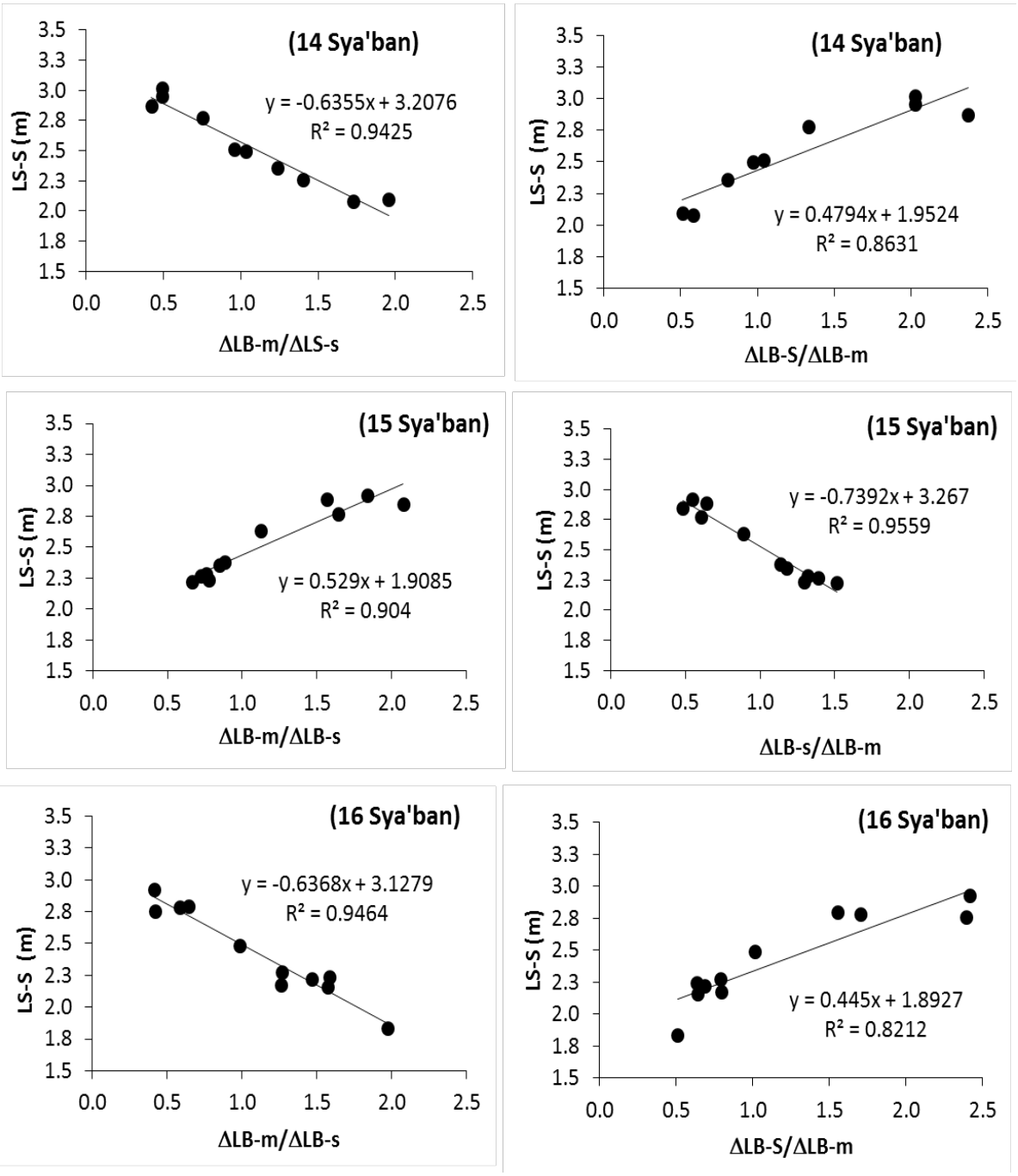
3.5. Korelasi LS terhadap Rasio ΔLB

Korelasi nilai *Likkas Silapas* di siang hari (LS-s) terhadap rasio nilai *Likkas Boe* pada malam (ΔLB-m) dan siang hari (ΔLB-m) dilakukan untuk melihat perbedaan antara antara tanggal pengukuran di fase bulan purnama pada bulan Sya'ban. Selain itu nilai korelasi yang dihasilkan akurasi perhitungan LS untuk menentukan tunggang air dengan MSS ini. Hasil perhitungan sebelumnya menunjukkan hanya perhitungan nilai LS pada siang hari (LS-s) berada di atas nilai MHWL. Dengan tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda akan menghasilkan nilai ΔLB yang berbeda. Perbedaan ΔLB dapat menjadi indikator penentuan nilai LS sebagai nilai tunggang air.

Berdasarkan hasil analisis korelasi antara nilai LS terhadap rasio tinggi air pasang I dan II (ΔLB-m/ΔLB-s) memperlihatkan korelasi tersebut lebih erat (R^2> 0,90) pada tanggal 15 Sya'ban dibandingkan dengan tanggal 14 dan 16 bulan Sya'ban (Gambar 10). Secara keseluruhan analisi korelasi LS terhadap rasio ΔLB yang dihasilkan sangat berpengaruh terhadap nilai LS berada diatas garis MHWL, namun nilai korelasi pada tanggal 15 Sya'ban menjelaskan bahwa pegukuran yang dilakukan pada tanggal 15 Sya'ban disiang hari berpotensi besar untuk menentukan nilai tunggang air. Dengan memperhatikan nilai korelasi dan persamaan regresi yang dihasilkan (Gambar 10) terhadap nilai MHWL minimum (2,52 m), maka rasio ΔLB siang hari terhadap malam (ΔL-s/ΔL-m) tidak lebih dari 15 %.

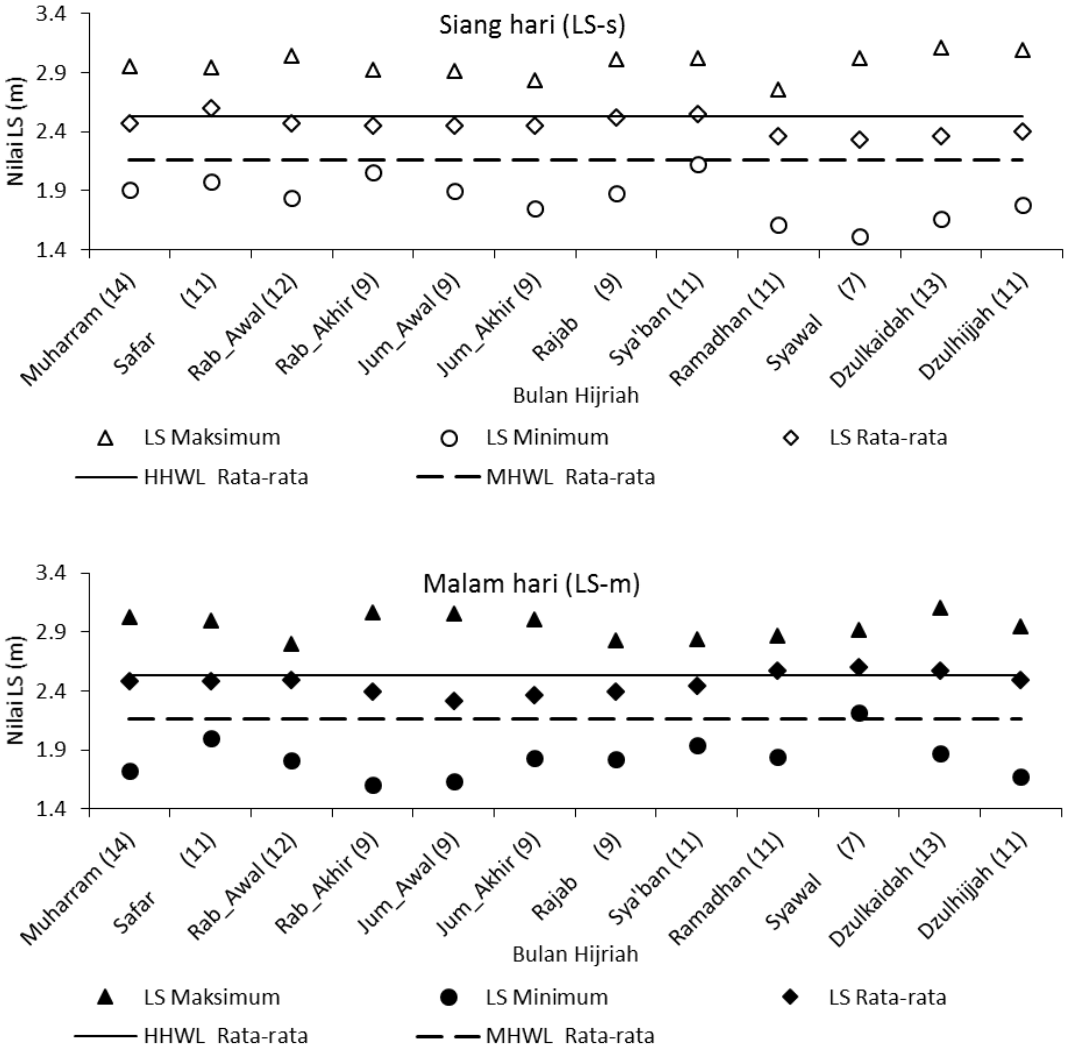
3.6. Sebaran Nilai LS terhadap Bulan Hijriah

Hasil perhitungan nilai LS untuk data pengukuran siang (LS-s) dan malam (LS-m) pada bulan hijriah diperlihatkan pada Gam-



Gambar 10. Korelasi *Likkas Silapas*pada siang hari (LS-S) terhadap rasio beda tinggi air pasang surutΔLB-m/ΔLB-s (kiri) dan ΔLB-s/ΔLB-m (kanan) untuk tanggal 14, 15 dan 16 Sya'ban.

bar (11). Nilai LS tersebut dihitung hanya data pada tanggal 15 tiap bulan hijriah. Perhitungan nilai LS-s memperlihatkan data pada bulan Sya'ban relatif mendekati nilai MHWL rata-rata, sedangkan di bulan lainnya terdapat nilai LS yang berada di bawah nilai MHWL. Hal yang berbeda diperlihatkan pada hasil perhitungan LS untuk data pasang surut malam hari (LS-m), dimana LS-m pada bulan Sya'ban juga berada di bawah nilai MHWL. Kondisi ini berarti pengukuran pergerakan pasang surut siang hari di bulan Sya'banlebih baik dipakai untuk menentukan tunggang air.



Gambar 11. Variasi nilai LS diwaktu pengukuran siang (LS-s) dan malam (LS-m) tiap bulan hijriah pada tiap tanggal 15 bulan hijriah di Stasiun Bitung.

Penyebaran nilai LS terhadap bulan hijriah lainnya menunjukan pengukuran disiang hari (LS-s) berada di bawah nilai MHWL kecuali pada bulan Sya'ban. Adapun untuk pengukuran dimalam hari, nilai LS-m di bulan Syawal (LS-m minimum) berada diatas nilai MHWL dan bulan lainnya nilai LS-m berada dibawah garis MHWL. Fenomena nilai LS-m di bulan syawal merupakan fenomena baru yang hasilkan dalam penelitian ini. Dengan memperhatikan amplitudo konstituen harmonik pasang surut pada bulan syawal (lihat Gambar 9) memeprlihatkan bahwa amplitudo komponen diurnal (S_2, M_2, dan K_2) termasuk nilai konstituen K_1 berada digaris bagian bawah (nilai minimum), sehingga konstribusi terbesar berasal dari konstituen O_1 (Poluianovand Usoskin, 2014). Oleh karena konstituen O_1 merupakan deklinasi bulan (ekstrem) dari konstituen diurnal pengaruh bulan dan matahari (*luni solar*) maka kejadian nilai LS-m minimum pada bulan Syawal disebabkan minimnya data (hanya 7 tahun data) yang digunakan dalam menentukan nilai LS-m minimum. Pada bagian lain yang menjelaskan tidak memungkinkan tingginya nilai LS-m minimum pada bulan Syawal diperlihatkan pada nilai amplitudo konstituen harmonik komponen tungal dan ganda di bulan syawal (Gambar 9), di-

mana keseluruhan konstituen harmonik terutama konstituen pengaruh deklinasi matahari (P_1) mempunyai nilai amplitudo yang lebih kecil dibandingkan pada bulan syahban. Hal tersebut mengindikasikan bahwa tunggang air (MHWL dan HHWL) pada bulan syawal akan lebih kecil dibandingkan pada bulan Sya'ban (Gambar 9) atau dengan kata lain nilai tinggi air dari tiap "peak" dan nilai ΔLB dari pergerakan pasang surut harian di bulan Syawal akan lebih kecil dibandingkan bulan Sya'ban. Oleh karena itu, dari Gambar (11) selanjutnya dapat diartikan bahwa ΔLB-s pada tanggal 15 Sya'ban berkontribusi besar dalam menentukan nilai LS berada di atas Nilai MHWL sebagai nilai tunggang air.

IV. KESIMPULAN

Pengukuran tinggi air untuk penentuan tunggang pasang surut dengan *MSS* lebih baik dilakukan pada siang hari dibandingkan pengukuran yang dilakukan pada malam hari pada tanggal 15 Sya'ban. Perhitungan dengan metode *MSS* memperoleh hasil dengan maksud yang sama dengan perhitungan tunggang air dengan menggunakan nilai konstituen harmonik. Nilai LS berada di atas nilai MHWL. Nilai LS selain bulan Sya'ban tidak dapat digunakan sebagai referensi waktu yang baik untuk penggukuran tungang air dengan metode MSS. Nilai LS bulan hijriah lainnya menghasilkan nilai berada di bawah nilai MHWL. Pengukuran tunggang air dengan MSS lebih effektif danada potensi menentukan nilai tunggang air dengan menggunakan rasio tinggi air siang dan malam (ΔLB-s/ΔLB-m) untuk nilai pengukuran yang dilakukan kapan saja.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Bapak (Alm) M. Silapas yang telah memberi informasi penting dari dasar penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Anwar, S. 2008. Perkembangan pemikiran tentang kalender Islam internasional. Makalah disampaikan pada Musyawarah Ahli Hisab dan Fikih Muhammadiyah, Yogyakarta 21-22 Jumadalsaniah 1429 H/25-26 Juni 2008.

Azhari, S. 2005. Ensiklopedi hisab rukyat. Pustaka Pelajar. Yogyakarta. 277hlm.

Bursa, M. 1986. Variations in the moons mean motion due to the earth tides. *Bull. Astron. Inst. Czechosl.,* 37(2): 80-84.

Bursa, M. 1987a. Secular deceleration of the moon of the earth rotation and variation in the zona geopotential harmonic. *Bull. Astron. Inst. Czechosl*., 38(5):309-313.

Bursa, M. 1987b. The tidal evolutions of the earth-moon system. *Bull. Astron. Inst. Czechosl.,* 38(6):321-325.

Butikov E.I. 2002. A dynamical picture of the oceanic tides. *Am. J. Phys*., 70(9): 1-11.

Chao, B.F., R.D. Ray, J.M. Gipson, G.D. Egbert, and C. Ma. 1996. Diurnal/ semidiurnal polar motion excited by oceanic tidal angular momentum. *J. of geophysical research,* 101(B9): 151-163.

Gassala, M.A. and A.C.S. Diegues. 2011. People's seas. "Ethno Oceanography" as interdisiplineary means to approach marine ecosystem change. *In*: Ommer *et al,* (eds.). Chapter 7 world fisheries*: a social-ecological analysis,* 1st editions. Blackwell Publishing Ltd. 120 – 135pp.

ICSM PCTMS. 2011. Australian tides manual SP9 V4.2. Intergovernmental committee of surveying and mapping-permanent committee on tides and mean sea level. Commonwealth of Australia. 15-17p.

Jay, D.A. 2009. Evolution of tidal amplitudes in the eastern Pacific Ocean. *Geophy-*

sical Research Letters, 36(*L04603*):1-5.

Kopal, Z. 1979. Note on tidal evolution of the earth-moon system**.** *The Moon and the Planets,* 22:129-130.

Kvale, E.P. 2006. The origin of neap-spring tidal cycles. *Marine Geology,* 235:5-18.

Lambeck, K. 1975. Effects of tidal dissipationin the oceans on the moon's orbit and the earth's rotation. *J. of Geophysical Research,* 80(20):2917-2925.

Leffler, K.E. and D.A. Jay. 2008. Enhancing tidal harmonic analysis: robust (hybrid L1/L2) solutions. *Continental Shelf Research,* 29(1):78-88.

Li Peiliang, L.L. 2004. Tidal analysis of high and low water data. *J. Oceanic and Coastal Sea Research,* 3(l):10-16 .

Mawdsley, R.J., I. Haigh, and N.C. Wells, 2015. Global secular changes in different tidal high water, low water and range levels. *Earth's Future*, 3:66-81.

Najibi, N.A. and R.A. Sheiban. 2013. Harmonic decomposition tidal analysis and prediction based on astronomical arguments and nodal corrections in Persian Gulf, Iran. *Research J. of Environmental and Earth Sciences,* 5(7): 381-392.

Nidzieko, N.J. 2010. Tidal asymmetry in estuaries with mixed semidiurnal/ diurnal tides. *J. of Geophysical Research,* 115(C08006):1-13.

Odeh, M. 2013. Accurate times 5.3.6 software. Islamic crescents' observation project (ICOP). http://www. Icoproject.org/accut.html [Diunduh 5 Maret 2015].

Olah, S. 2009. Solar and lunar tides. *J. the General Science,* 20(20):1-11.

Pawlowicz, R., B. Beardsley, S. Lentz. 2002. Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MAT-LAB using T TIDE. *Computers and Geosciences,* 28:929-937.

Poluianov, S. and I. Usoskin. 2014. Critical analysis of a hypothesis of the planetary tidal influence on solar activity. *Solar Physics,* 1(40):1-14.

Pugh, D. T. 1996. Tides, surges and mean seal level. John Wiley & Sons Ltd. Chichester. 486p.

Rampengan, R.M. 2013. Amplitudo konstanta pasang surut M_2, S_2, K_1 dan O_1 di perairan sekitar Kota Bitung Sulawesi Utara. *J. Ilmiah Platax,* 9(1): 27-30.

Souchay, J. S.Mathis, and T. Tokieda. 2013. Tides in astronomy and astrophysics. Lecture note in earth science volume 861. Springer Heidelberg. New York. 82p.

Suwarno, R.W. 2007. Menelisik metodologi hisab-falak Muhammadiyah: studi historis-komparatif. Makalah pada Symposium Revitalisasi Ilmu Hisab dalam Penentuan Awal Bulan Hijriyah bersama AFDA (Association of Falak Deep Analysis) PCI Muhammadiyah Kairo Mesir, Griya Jawa Tengah - KBRI Kairo, 9 September 2007.

Wilhelm, H., W.Z. Zum, and H.G. Wensel. 1997. Tidal phenomena. Lecture Note in Earth science volume 66. Springer-Verlag Heidelberg. Germany. 173p.

WWF-Indonesia, 2010. Fact sheet Suku Bajo. http:www//gift4earth.wwf.or.id/themirrorneverlies/id/?menu=menu&type_menu=thebajaupeople_id. [Diunduh 2015 Maret 10].

Diterima : 9 April 2015
Direview : 7 Juni 2015
Disetujui : 28 Juni 2015