
**ANALISA VARIASI MUKA LAUT RERATA SISTEM DOODSOON ROOSSTER
(METODE ADMIRALTY) PENGAMATAN 39 JAM**

Suyanto, Khomsin

Program Studi Teknik Geomatika FTSP – ITS Surabaya, 60111
email : kpd15gh_mr@yahoo.com

Abstrak

Metode perhitungan yang digunakan untuk perhitungan pasut erat kaitanya dengan tujuan pengamatan, yakni untuk menentukan muka laut rerata (MLR) harian, bulanan, tahunan atau sejati. Untuk kepentingan praktis dan efisiensi biaya ada tiga macam metode pengamatan, yaitu: metode duduk tengah sementara Sistem Doodsoon Roosster 39 jam (DTS), metode pengamatan 15 piantan (S01) dan metode pengamatan 29 piantan (S02).

Pada penelitian ini dilakukan analisa terhadap selisih harga MLR sistem Doodsoon Roosster 39 jam (DTS) terhadap pengamatan 15 piantan (S02) dan 29 piantan (S01). Selisih hitungan DTS terhadap S01 dan S02 dikelompokkan dalam 3 (tiga) kelas. Kelas I adalah selisih $\leq \pm 5$ cm, kelas II antara ± 5 cm sampai ± 10 cm dan kelas III $> \pm 10$ cm. Selain itu dari perhitungan selisih DTS terhadap S01 (DTS01) dan S02 (DTS02) dapat diketahui pola kecenderungan waktu dimana selisih harga DTS01 dan DTS02 bernilai paling minimal terjadi pada tanggal berapa disetiap bulan perhitungan selama lima tahun data pengamatan di Tanjung Perak Surabaya. Sistem penanggalan yang digunakan adalah kalender masehi/gregorian dan kalender hijriyah.

Hasil analisa nilai rata-rata lima tahun menunjukkan nilai DTS, S01 dan S02 adalah 158.5 cm, 158.3 cm dan 158,9 cm diatas 0 palem, Sedangkan rata-rata DTS01 dan DTS02 maksimum adalah 9.6 cm dan 10.3 cm, minimum 0 cm. Selisih maksimum untuk DTS01 dan DTS02 adalah 39.6 cm dan 38.2 cm, sedangkan untuk selisih minimum adalah 0 cm. Frekuensi Kelas DTS01, kelas I 1377 atau 82%, kelas II 266 atau 15.8% dan kelas III 37 atau 2.2%, sedangkan DTS02, kelas I 1349 atau 80.3%, kelas II 264 atau 15.7% dan kelas III 67 atau 4.5%. Nilai minimum DTS01 dan DTS02 terjadi acak. Frekuensi terbanyak DTS01 minimum terjadi pada tanggal 29 dengan 6 data dan terkecil pada tanggal 30 dengan 0 data, Untuk DTS02 minimum frekuensi terbanyak pada tanggal 15 dengan 7 data dan terkecil pada tanggal 16 dengan 0 data

Kata kunci : Doodsoon Roosster, Muka Laut Rerata, Metode Admiralty, DTS0, DTS01, DTS02

PENDAHULUAN

Metode perhitungan yang digunakan untuk pasang surut (pasut) erat kaitanya dengan tujuan pengamatan, yakni untuk menentukan muka laut rerata (MLR) harian, bulanan, tahunan atau sejati. Terkait dengan tujuan pengamatan, untuk kepentingan praktis dan efisiensi biaya selama ini dikenal tiga macam metode pengamatan, yaitu: metode duduk tengah sementara Sistem Doodsoon Roosster 39 jam, metode pengamatan 15 piantan dan metode pengamatan 29 piantan.

Dalam penelitian ini dianalisa selisih harga MLR sistem Doodsoon Roosster 39 jam (DTS) terhadap pengamatan 15 piantan (S02) dan 29 piantan (S01). Selisih hitungan DTS terhadap S01 dan S02 dikelompokkan dalam tiga kelas. Kelas I adalah selisih $\leq \pm 5$ cm, kelas II antara ± 5 cm sampai ± 10 cm dan kelas III $> \pm 10$ cm. Selain itu dari perhitungan selisih DTS terhadap S01 dan S02 dapat diketahui pola kecenderungan waktu dimana selisih harga DTS terhadap S01 dan S02 bernilai paling minimal terjadi pada tanggal berapa disetiap bulan perhitungan selama lima tahun data pengamatan di Tanjung Perak Surabaya.

Sistem penanggalan yang digunakan adalah kalender masehi atau gregorian dan kalender hijriyah.

Perumusan Masalah

Perumusan masalah dari tugas akhir ini adalah Apakah dari metode pengamatan 39 jam memiliki selisih harga DTS terhadap S0 yang terlalu besar dari metode pengamatan 15 Piantan dan 29 Piantan? Apakah ada kecenderungan waktu tertentu (pemilihan tanggal pengamatan) yang bisa diperkirakan bahwa dengan metode pengamatan 39 jam akan menghasilkan Duduk Tengah Sementara (DTS) yang paling mendekati harga S0 pada pengamatan 15 piantan dan 29 piantan ?

Batasan Permasalahan

1. Data pasut yang digunakan adalah data pasang surut di daerah Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya selama lima tahun (1996-2000).
2. Variasi selisih harga minimal akan dilakukan tabulasi data tiap bulan metode pengamatan 39 jam terhadap metode pengamatan 15 piantan dan 29 piantan selama jangka waktu lima tahun pengamatan.
3. Titik berat parameter pada harga DTS terhadap S0.
4. Toleransi selisih harga DTS terhadap S0 mengacu pada Norma Pedoman Prosedur Standar dan Spesifikasi survei Hidrografi (NPPSS) Bakosurtanal, 2005. Klasifikasi kelas kesalahan pengukuran sebagai acuan pada klasifikasi perhitungan selisih DTS terhadap S0.

Tujuan Penelitian

Dari hasil penelitian ini akan didapatkan presentase masing-masing kelas selisih harga DTS terhadap S0 (DTS0) dari metode pengamatan 15 piantan (DTS02) dan 29 piantan (DTS01) sesuai dengan spesifikasi yang dikeluarkan oleh NPPSS, sehingga untuk

keperluan survei hidrografi yang tidak terlalu teliti pengamatan pasut 39 jam dapat direkomendasikan mewakili metode pengamatan 15 piantan dan 29 piantan.

Disamping itu akan dapat diketahui DTS01 dan DTS02 bernilai minimum selama lima tahun perhitungan, apakah mengumpul (*konvergen*) pada tanggal tertentu pada sistem penanggalan hijriyah atau menyebar (*divergen*) acak. Jika selisih harga membentuk pola konvergen, maka akan dapat dijadikan acuan pada tanggal tersebut adalah waktu yang tepat untuk melakukan pengamatan 39 jam.

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat Penelitian

Lokasi penelitian yang dijadikan studi kasus adalah stasiun pengamatan pasut di pelabuhan Tanjung Perak Surabaya yang berada pada koordinat $07^{\circ}12'00''$ LS dan $112^{\circ}44'00''$ BT yang dioperasikan dan dikelola oleh PT. PELINDO III, dipilihnya daerah ini karena tersedianya data pengamatan dan hingga saat ini masih aktif melakukan pengamatan, sejak dipasang pada tanggal 12 Desember 1984 oleh Bakosurtanal.

Alat dan Bahan

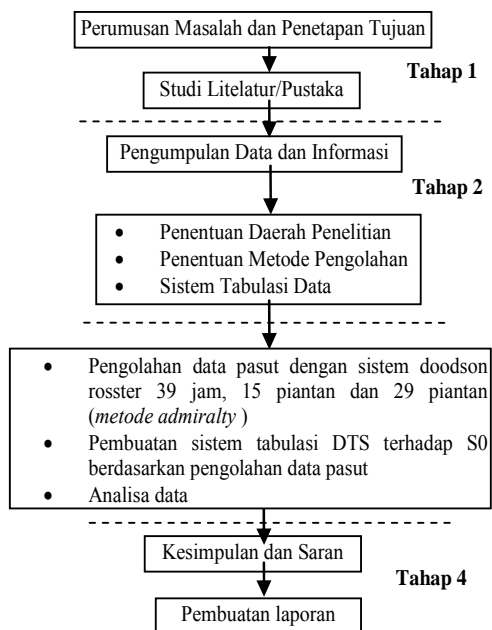
1. *Hardware PC (Personal Computer)* 1 unit
2. Alat-alat *Storage* (penyimpanan), berupa CD dan Flash Disk (*Mini Drive*)
3. *Scanner dan printer*

Perangkat lunak yang digunakan

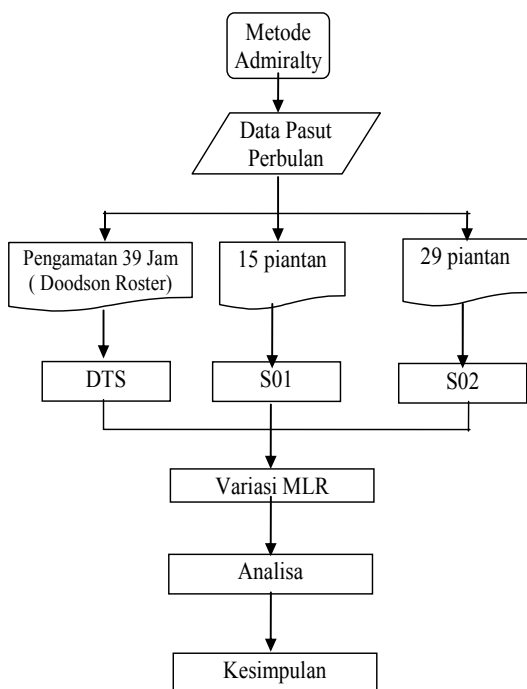
1. *Microsoft Excel*
2. *Microsoft Word*
3. *Software Accu*

Bahan yang digunakan adalah :

Data yang digunakan adalah data pengamatan pasang-surut Kolam Pelabuhan Perak Surabaya dalam periode lima tahun (mulai tahun 1996-2000).



Gambar 2. Diagram alir penelitian



Gambar 2. Diagram alir pengolahan data

HASIL DAN ANALISA

Tabel 1. Selisih DTS rata-rata Terhadap S01 dan S02

Metode Doodson Roster 39 Jam terhadap Pengamatan 15 dan 29 Piantan
Tahun : 1996 - 2000
Lokasi : Stasiun Tanjung Perak, Surabaya

| No | Bulan | DTS Rata2 cm | S01 cm | S02 cm | DTS-S01 (A) cm | Abs (A) cm | DTS-S02 (B) cm | Abs (B) cm |
|----|----------------|-----------------|-----------|-----------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|
| 1 | Januari 1996 | 151.6 | 152.0 | 151.5 | -0.4 | 0.4 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | Februari 1996 | 151.5 | 152.8 | 151.1 | -1.3 | 1.3 | 0.5 | 0.5 |
| 3 | Maret 1996 | 152.2 | 149.4 | 152.1 | 2.8 | 2.8 | 0.1 | 0.1 |
| 4 | April 1996 | 159.1 | 155.8 | 159.2 | 3.2 | 3.2 | -0.1 | 0.1 |
| 5 | Mei 1996 | 164.8 | 165.5 | 164.9 | -0.7 | 0.7 | 0.0 | 0.0 |
| 6 | Juni 1996 | 161.5 | 162.6 | 161.4 | -1.1 | 1.1 | 0.1 | 0.1 |
| 7 | Juli 1996 | 160.0 | 159.3 | 160.1 | 0.7 | 0.7 | -0.1 | 0.1 |
| 8 | Agustus 1996 | 158.8 | 158.2 | 159.1 | 0.7 | 0.7 | -0.3 | 0.3 |
| 9 | September 1996 | 157.7 | 157.6 | 157.7 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | Oktober 1996 | 160.1 | 158.0 | 160.3 | 2.0 | 2.0 | -0.2 | 0.2 |
| 11 | November 1996 | 166.7 | 166.4 | 168.6 | 0.3 | 0.3 | -1.9 | 1.9 |
| 12 | Desember 1996 | 162.9 | 160.7 | 164.9 | 2.2 | 2.2 | -2.0 | 2.0 |
| 13 | Januari 1997 | 155.2 | 159.7 | 155.3 | -4.5 | 4.5 | -0.1 | 0.1 |
| 14 | Februari 1997 | 154.4 | 155.5 | 156.0 | -1.1 | 1.1 | -1.6 | 1.6 |
| 15 | Maret 1997 | 155.9 | 154.4 | 156.0 | 1.5 | 1.5 | 0.0 | 0.0 |
| 16 | April 1997 | 155.0 | 152.0 | 155.2 | 3.0 | 3.0 | -0.2 | 0.2 |
| 17 | Mei 1997 | 160.5 | 161.4 | 160.4 | -0.9 | 0.9 | 0.0 | 0.0 |
| 18 | Juni 1997 | 159.6 | 161.0 | 159.5 | -1.4 | 1.4 | 0.1 | 0.1 |
| 19 | Juli 1997 | 146.4 | 147.0 | 146.8 | -0.6 | 0.6 | -0.3 | 0.3 |
| 20 | Agustus 1997 | 142.6 | 140.4 | 142.2 | 2.2 | 2.2 | 0.5 | 0.5 |
| 21 | September 1997 | 142.7 | 143.4 | 142.5 | -0.7 | 0.7 | 0.1 | 0.1 |
| 22 | Oktober 1997 | 139.3 | 139.6 | 139.5 | -0.3 | 0.3 | -0.3 | 0.3 |
| 23 | November 1997 | 140.0 | 140.7 | 141.8 | -0.8 | 0.8 | -1.9 | 1.9 |
| 24 | Desember 1997 | 137.3 | 139.8 | 142.0 | -2.5 | 2.5 | -4.8 | 4.8 |
| 25 | Januari 1998 | 141.4 | 142.2 | 141.9 | -0.8 | 0.8 | -0.5 | 0.5 |
| 26 | Februari 1998 | 145.5 | 146.4 | 145.5 | -0.9 | 0.9 | 0.0 | 0.0 |
| 27 | Maret 1998 | 151.2 | 148.3 | 151.3 | 2.9 | 2.9 | -0.1 | 0.1 |
| 28 | April 1998 | 158.5 | 156.7 | 158.6 | 1.8 | 1.8 | -0.1 | 0.1 |
| 29 | Mei 1998 | 164.0 | 164.5 | 164.1 | -0.5 | 0.5 | -0.1 | 0.1 |
| 30 | Juni 1998 | 173.4 | 171.1 | 173.6 | 2.3 | 2.3 | -0.3 | 0.3 |
| 31 | Juli 1998 | 165.8 | 166.7 | 165.7 | -0.9 | 0.9 | 0.1 | 0.1 |
| 32 | Agustus 1998 | 164.8 | 167.2 | 164.9 | -2.4 | 2.4 | -0.1 | 0.1 |
| 33 | September 1998 | 160.4 | 161.0 | 160.5 | -0.6 | 0.6 | -0.1 | 0.1 |
| 34 | Oktober 1998 | 164.9 | 166.6 | 164.9 | -1.7 | 1.7 | 0.0 | 0.0 |
| 35 | November 1998 | 169.7 | 168.8 | 169.9 | 0.9 | 0.9 | -0.2 | 0.2 |
| 36 | Desember 1998 | 164.1 | 167.2 | 164.4 | -3.1 | 3.1 | -0.3 | 0.3 |

Tabel 2. Selisih DTS rata-rata Terhadap S01 dan S02

Metode Doodson Roster 39 Jam terhadap Pengamatan 15 dan 29 Piantan
Tahun : 1996 - 2000
Lokasi : Stasiun Tanjung Perak, Surabaya

| No | Bulan | DTS Rata2 cm | S01 cm | S02 cm | DTS-S01 (A) cm | Abs (A) cm | DTS-S02 (B) cm | Abs (B) cm |
|------------------|----------------|-----------------|-----------|-----------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|
| 37 | Januari 1999 | 163.2 | 162.9 | 163.1 | 0.3 | 0.3 | 0.1 | 0.1 |
| 38 | Februari 1999 | 160.7 | 160.0 | 160.5 | 0.7 | 0.7 | 0.1 | 0.1 |
| 39 | Maret 1999 | 163.9 | 161.6 | 163.7 | 2.3 | 2.3 | 0.2 | 0.2 |
| 40 | April 1999 | 161.6 | 156.2 | 161.7 | 5.4 | 5.4 | -0.1 | 0.1 |
| 41 | Mei 1999 | 172.0 | 172.7 | 171.8 | -0.7 | 0.7 | 0.2 | 0.2 |
| 42 | Juni 1999 | 164.8 | 167.0 | 164.7 | -2.1 | 2.1 | 0.2 | 0.2 |
| 43 | Juli 1999 | 158.5 | 160.4 | 158.6 | -1.8 | 1.8 | -0.1 | 0.1 |
| 44 | Agustus 1999 | 156.2 | 158.5 | 156.4 | -2.4 | 2.4 | -0.2 | 0.2 |
| 45 | September 1999 | 156.3 | 157.0 | 156.4 | -0.6 | 0.6 | -0.1 | 0.1 |
| 46 | Oktober 1999 | 156.9 | 155.3 | 157.2 | 1.6 | 1.6 | -0.3 | 0.3 |
| 47 | November 1999 | 163.8 | 161.3 | 163.9 | 2.5 | 2.5 | -0.2 | 0.2 |
| 48 | Desember 1999 | 160.9 | 159.7 | 161.5 | 1.3 | 1.3 | -0.6 | 0.6 |
| 49 | Januari 2000 | 159.5 | 160.9 | 159.6 | -1.4 | 1.4 | -0.1 | 0.1 |
| 50 | Februari 2000 | 160.5 | 159.3 | 160.2 | 1.2 | 1.2 | 0.3 | 0.3 |
| 51 | Maret 2000 | 162.1 | 159.2 | 162.1 | 2.9 | 2.9 | 0.0 | 0.0 |
| 52 | April 2000 | 164.5 | 162.5 | 164.4 | 2.0 | 2.0 | 0.1 | 0.1 |
| 53 | Mei 2000 | 168.3 | 167.6 | 168.0 | 0.6 | 0.6 | 0.3 | 0.3 |
| 54 | Juni 2000 | 166.7 | 167.5 | 166.8 | -0.8 | 0.8 | -0.1 | 0.1 |
| 55 | Juli 2000 | 166.9 | 167.7 | 166.8 | -0.8 | 0.8 | 0.1 | 0.1 |
| 56 | Agustus 2000 | 160.1 | 160.5 | 167.6 | -0.5 | 0.5 | -7.6 | 7.6 |
| 57 | September 2000 | 158.1 | 157.3 | 158.6 | 0.8 | 0.8 | -0.5 | 0.5 |
| 58 | Oktober 2000 | 157.6 | 157.8 | 158.0 | -0.2 | 0.2 | -0.4 | 0.4 |
| 59 | November 2000 | 163.1 | 164.2 | 163.0 | -1.2 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 60 | Desember 2000 | 164.5 | 164.2 | 164.3 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 |
| Rata-rata | | 158.5 | 158.3 | 158.9 | | 1.5 | | 0.5 |
| Standart Deviasi | | 8.1 | 8.1 | 8.0 | | 1.1 | | 1.2 |
| Maximum | | 173.4 | 172.7 | 173.6 | | 5.4 | | 7.6 |
| Minimum | | 137.3 | 139.6 | 139.5 | | 0.1 | | 0.0 |
| Max - Min | | 36.1 | 33.1 | 34.1 | | 5.3 | | 7.6 |

Frekuensi DTS01 dan DTS02

Pada lampiran 5 nilai DTS tiap tanggal perhitungan diselisihkan terhadap 15 piantan (DTS02) dan 29 Piantan (DTS01). Nilai selisih DTS01 dan DTS02 memiliki nilai yang variatif dari 0 sampai dengan ±40 cm selama tahun 1996-2000. Selisih hitungan DTS terhadap S01 dan S02 dikelompokkan dalam tiga kelas. Kelas I adalah selisih ≤ ±5 cm, kelas II antara ±5 cm sampai ±10 cm dan kelas III > ±10 cm. Berikut hasil tabulasi selama lima tahun.

Karakteristik Tanggal Bulan

Hasil hitungan DTS selama lima tahun terhadap S0 dikelompokkan berdasarkan karakteristik tanggal. Didapat empat kelompok, yaitu :

1. Kelompok A pada tanggal (29/30, 1, 2 = mati)
2. Kelompok B pada tanggal (6, 7, 8 = sabit 1)
3. Kelompok C pada tanggal (14, 15, 16 = purnama)
4. Kelompok D pada tanggal (21, 22, 23 = sabit 2)

Dipilih pada saat tanggal ini dikarenakan pada saat tersebut dijumpai pasang tertinggi atau surut terendah, yang memiliki pengaruh signifikan terhadap hasil hitungan DTS0. Hasil optimum untuk DTS01 dan DTS02 yang memiliki Frekuensi kelas III terkecil yaitu satu data dengan nilai 11.4 cm pada DTS02.

Analisa Data

Analisa Proses Smoothing

Dengan menggunakan metode interpolasi polinomial *Lagrange* maka dapat dibuat suatu persamaan interpolasi dengan spasi sembarang x_n dari data pasut tersebut sehingga data yang terputus dapat diprediksi secara kontinu kemudian dari hasil interpolasi tersebut, dilakukan uji pendekatan dengan metode

pendekatan grafis, yaitu dengan membandingkan pola data sebelum dan sesudah terputusnya data.

Formula interpolasi polinomial *Lagrange* adalah sebagai berikut :

$$f(x) \approx L_n(x) = \sum_{k=0}^n \frac{l_k(x)}{l_k(x_k)} f_k$$

$$l_0(x) = (x-x_1)(x-x_2)...(x-x_n) \tag{3.1}$$

$$l_k(x) = (x-x_0)(x-x_{k+1})(x-x_{k+2})...(x-x_n)$$

$$l_n(x) = (x-x_0)(x-x_1)...(x-x_{n-1})$$

dimana :

$L_n(x)$ = nilai interpolasi (kedalaman pasut) yang dicari

x = tanggal dari data pasut yang dicari

x_k = tanggal dari data pasut f_k

f_k = kedalaman pasut pada data ke – k

k = no urut data

n = banyaknya data

Tabel 3. Interpolasi Langrange (n=4)

| X | X_k | F_k | $l_k(x)$ | $l_k(x_k)$ |
|-----|---------------|----------|------------|-------------|
| 5 | X0 = 1 | F0 = 255 | l0(x) = 6 | l0(x0) = -6 |
| | X1 = 2 | F1 = 254 | l1(x) = 8 | l1(x1) = 2 |
| | X2 = 3 | F2 = 231 | l2(x) = 12 | l2(x2) = -2 |
| | X3 = 4 | F3 = 180 | l3(x) = 24 | l3(x3) = 6 |
| n=4 | L(X) = | | 95 | |

Berdasarkan Tabel 3 maka pada tanggal 5, kedalaman pasutnya sebesar 95 cm diatas nol palem. Interpolasi dengan n = 4 ini digunakan jika data yang kosong tidak terlalu banyak.

Tabel 4. Interpolasi Langrange (n=7)

| X | X_k | F_k | $l_k(x)$ | $l_k(x_k)$ |
|-----|---------------|----------|--------------|-----------------|
| 8 | X0 = 1 | F0 = 3 | l0(x) = -720 | l0(x0) = 95040 |
| | X1 = 2 | F1 = 244 | l1(x) = -840 | l1(x1) = -55440 |
| | X2 = 9 | F2 = 166 | l2(x) = 5040 | l2(x2) = 1344 |
| | X3 = 10 | F3 = 174 | l3(x) = 2520 | l3(x3) = -432 |
| | X4 = 11 | F4 = 189 | l4(x) = 1680 | l4(x4) = 360 |
| | X5 = 12 | F5 = 209 | l5(x) = 1260 | l5(x5) = -660 |
| | X6 = 13 | F6 = 226 | l6(x) = 1008 | l6(x6) = 3168 |
| n=7 | L(X) = | | 166 | |

Berdasarkan Tabel 4. maka pada tanggal 8, kedalaman pasutnya sebesar 166 cm diatas nol palem. Interpolasi dengan n = 7 ini digunakan

jika data yang kosong atau terputus Sangat banyak.

Analisa Metode 29 dan 15 Piantan

Salah satu komponen konstanta pasut yang merupakan faktor penting didalam penelitian ini yaitu S0 (S01 & S02 / Mean Sea Level), dimana S0 ini didapatkan dari perhitungan pasut metode Admiralty 29 dan 15 piantan.

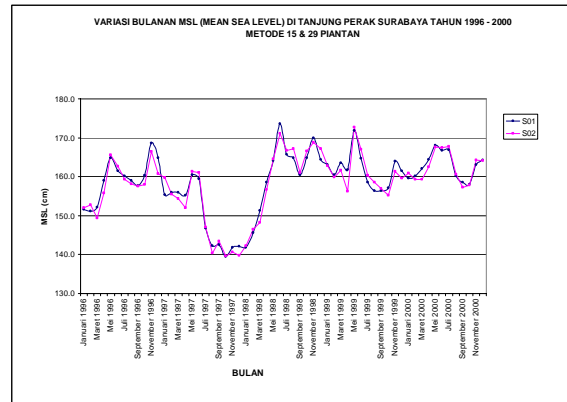
Variasi yang terjadi pada nilai S01 & S02 memiliki pola yang tidak teratur, hal ini diduga disebabkan oleh kualitas data pengamatan atau oleh faktor – faktor lain.. Berdasarkan grafik diatas, nilai S01 & S02 pada tiap – tiap tahun cenderung mengalami kenaikan namun berbeda dengan tahun 1997 yang mengalami penurunan nilai S01 & S02. Hal ini dapat dijelaskan bahwa pada tahun 1997 terjadi fenomena alam yaitu El-Nino. Fenomena El-nino merupakan fenomena alam yang terkait dengan anomali suhu permukaan laut di perairan Samudra Pasifik yang menyebabkan terjadinya kekeringan di sebagian besar wilayah Indonesia. Fenomena El-Nino selalu berulang dengan frekuensi yang hampir sama, yaitu sekali dalam 3-4 tahun. Selama dekade terakhir ini, El-Nino muncul pada tahun 1991, 1994, dan 1997. (Ditjen Bina Produksi Perkebunan,2001).

Dari pengolahan S01 dan S02 selama lima tahun pegghitungan diperoleh harga rata-rata 158,8 cm dan 158,3 cm dari 0 rambu palem. Harga standart deviasi S01 dan S02 adalah 7,9 cm dan 8,1 cm. Nilai S01 maksimum 173.6 cm, minimum 139.5 cm, S02 maksimum 172.7 cm, minimum 139.6 cm. Selisih S01 dan S02 maksimum terhadap minimum berturut-turut hadala 34.1 cm dan 33.1 cm.

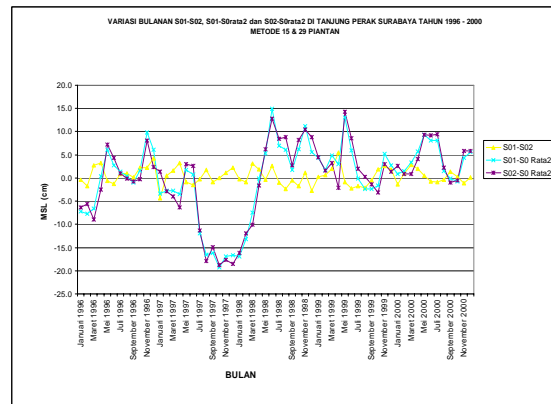
Dari hasil data menunjukkan nilai S01 dan S02 yang berbeda disetiap bulannya dan berfluktuatif, hal ini disebabkan oleh jumlah data pengamatan antar metode yang berbeda dan bilangan pembagi yang berbeda pula. Pada hitungan S01 jumlah data adalah seluruh

jumlah data pengamatan 24 x 29 hari dengan bilangan pembagi 696.

Berbeda dengan S02 nilai jumlah data pengamatan terjadi pengurangan pada faktor X10, X12b-Y1b, X 13-Y 1c, X20, X22-Y2b, X 23-Y 2c. Jumlah bilangan pembagi 360.



Gambar 3. Variasi S01 dan S02 tahun 1996-2000



Gambar 4. Variasi Selisih S01-S02, S0-S0 rata2 1996-2000

Analisa Selisih DTS 39 Jam Terhadap 15 dan 29 Piantan (DTS01 & DTS02)

Nilai DTS01 dan DTS02 menunjukkan nilai yang variatif. Nilai DTS01 dan DTS02 minimum adalah 0 cm. Hal ini menunjukkan bahwa nilai DTS pada hari tersebut adalah sama dengan nilai hasil pengolahan S01 dan S02. Untuk selisih maksimum DTS01 adalah 39.6 cm terjadi pada 2 Januari 2000, sementara DTS02 adalah 38.2 cm terjadi pada 2 Januari 2000 (25-26 Ramadhan 1420 H).

Pada pengecekan data pengamatan pada tanggal 2-3 januari dan hitungan DTS 39 jam menunjukkan pada saat itu jumlah data = 5975. Nilai ini adalah paling besar diantara 27 data yang lain. Sehingga dengan bilangan pembagi yang sama nilai DTS adalah lebih besar dari nilai yang lain.

Pada pengecekan grafik memigram menunjukkan angka pengamatan pasut tidak terlalu tinggi atau rendah. Hal ini mengindikasikan tidak ada kaitan antara tanggal tertentu yang menyebabkan pasang atau surut terendah memiliki harga DTS01 dan DTS02 maksimum atau minimum. Faktor yang paling berpengaruh adalah bilangan faktor pengali dan hasil bilangan faktor pengali terhadap jumlah bacaan palem.

Bentuk matematis persamaan yang dapat dibentuk dalam kaitan selisih minimum adalah sebagai berikut.

1. DTS terhadap S02 (15 piantan)

$$DTS = \frac{\sum fxHpalem}{\sum f} = \frac{n}{30} \quad (3.2)$$

$$S02 = \frac{\sum X00}{360} = \frac{m}{360}$$

Nilai minimum atau 0 diperoleh ketika DTS = S02 atau $n/30 = m/360$.

2. DTS terhadap S01 (29 piantan)

$$DTS = \frac{\sum fxHpalem}{\sum f} = \frac{n}{30} \quad (3.3)$$

$$S01 = \frac{\sum X00}{696} = \frac{m}{696}$$

Nilai minimum atau 0 diperoleh ketika DTS = S01 atau $n/30 = m/696$.

Analisa DTS rata-rata Terhadap 15 dan 29 Piantan

Berdasarkan Tabel perbandingan DTS rata-rata selama lima tahun diperoleh DTS bulanan tertinggi 173.4 cm, S01 & S02 tertinggi 172.7 cm dan 173.6 cm. Nilai MLR terendah masing-masing 137.3 cm, 139.6 cm dan 139.5 cm. Nilai MLR rata-rata masing-masing adalah : 158.25 cm, 158.3 cm dan 158.9 cm. Selisih DTS-S0 maksimum 5,4 cm dan 7.6 cm, Selisih minimum 0,1 dan 00 cm.

Fluktuasi Selisih DTS rata-rata terhadap S01 dan S02 dapat dilihat pada grafis. Selisih DTS01 tertinggi terjadi pada bulan Mei 1999 sebesar 5.9 cm, sedangkan DTS02 tertinggi terjadi pada bulan September 2000 sebesar 7.6 cm.

Analisa Frekuensi DTS01 dan DTS02

Mengacu pada pembagian kelas yang dipakai selisih DTS terhadap S0 digolongkan menjadi 3 Kelas, Yaitu Kelas I untuk selisih kurang dari ± 5 cm, Kelas II untuk selisih antara ± 5 cm sd ± 10 cm, Kelas 3 untuk selisih diatas 10 cm.

Dari hasil hitungan diperoleh untuk Simpangan DTS terhadap S01 nilai yang dominan berada pada Kelas I yaitu 1377 atau 82 %, Kelas II 266 atau 15.8 % sedangkan Kelas 3 sebanyak 37 atau 2.2 %. Sedangkan untuk Simpangan DTS terhadap S02 nilai yang dominan berada pada Kelas I yaitu 1349 atau 80.3 %, Kelas II 264 atau 15.7 % sedangkan Kelas 3 sebanyak 67 atau 4.0 %. Dari presentase tersebut diatas simpangan DTS terhadap S0 memiliki selisih yang diijinkan, sehingga memungkinkan pengamatan 39 jam mampu mewakili pengamatan 29 dan 15 piantan.

Analisa Pola Kecenderungan DTS01 dan DTS02 Minimum

Hipotesis awal menyatakan bahwa pola atau trend DTS0 minimum akan terjadi pada saat

bulan mati, sabit atau purnama, karena pada saat itu posisi pasut berada diantara pasang tertinggi dan terendah. Hasil hitungan selama lima tahun dari sistem penanggalan Masehi dikonversikan ke sistem penanggalan Hijriyah. Konversi menggunakan *software Accu* dari Jordania.

Tabulasi Frekuensi DTS0 minimum dipecah dari tanggal 1-30 sistem penanggalan hijriyah. Dibuat dua kolom terpisah disetiap tahunnya, yaitu trend DTS01 dan DTS02.

Dari Tabel dapat dilihat bahwa persebaran DTS0 minimum tidak memiliki nilai yang berkumpul pada satu tanggal, melainkan terdistribusi acak dari tanggal 1-30. Frekuensi DTS01 terbanyak pada tanggal 29 Hijriyah yaitu 6 kali atau 6.88%, sedangkan terkecil pada tanggal 30 hijriyah yaitu 0%. Frekuensi DTS02 terbanyak pada tanggal 15 Hijriyah yaitu 7 kali atau 9.86%, sedangkan terkecil pada tanggal 14 & 24 hijriyah yaitu 0%.

Terjadi perbedaan jumlah Frekuensi DTS01 dan DTS02 yaitu 86 dan 71 data. Perbedaan ini disebabkan pada bulan tertentu terjadi 1 kali lebih selisih minimum DTS0 terjadi.

Analisa Pola Kecenderungan DTS01 dan DTS02 Minimum Kelas I

Sebaran data kelas I cenderung menyebar acak. Perebaran acak ini terjadi karena ada kehilangan dua atau 3 data disetiap bulan perhitungan. Sistem perhitungan terputus karena menyesuaikan data olahan 29 piantan (29 hari).

Analisa Perbandingan Spesifikasi S-44 dan NPPSS

Standar spesifikasi NPPSS yang dikeluarkan Bakosurtanal adalah adopsi dari standar *International Hidrografi Organization* (IHO) yaitu S-44. Pokok bahasan utama dalam penelitian ini adalah penentuan muka laut rerata (MLR). Spesifikasi teknis yang

terpengaruh dari parameter penelitian ini adalah pada akurasi verikal. Berikut akan ditampilkan persamaan dan perbedaan antara dua Spesifikasi.

Tabel 5. Perbandingan NPPSS terhadap S-44

| NO | Deskripsi | NPPSS | S-44 |
|------------------|---|----------------------------------|------|
| Persamaan | | | |
| 1 | Akurasi Horisontal | Sama | Sama |
| 2 | Akurasi vertikal | Sama | Sama |
| 3 | Pembagian Orde | Sama | Sama |
| Perbedaan | | | |
| 1 | Kesalahan pasut dimasukan kedalam proses hitungan kedalaman | Tidak dijelaskan secara implisit | Ya |

Dengan memperhatikan tabel tersebut diatas nampak bahwa standar yang digunakan oleh NPPSS merupakan *adopsi* dari standar organisasi Survei Hidrografi Internasional (IHO).

Dari seluruh hasil perhitungan DTS01 dan DTS02 untuk nilai kurang dari ± 10 cm (kelas I dan Kelas II) selama lima tahun (1996-2000) adalah 97.8% dan 96% (lihat Tabel 3.5). Karena nilai kelas III lebih dari 10 cm maka tidak dimasukan kedalam analisa terhadap standart NPPSS maupun S-44.

Dengan memperhatikan bahwa standar akurasi kedalaman pada orde khusus bernilai 25 cm, maka seluruh data DTS01 dan DTS02 memenuhi standart spesifikasi NPPSS dan S-44 sebagai datum MLR. Hal ini menarik untuk menjadi rekomendasi dalam kesimpulan nantinya bahwa dengan pengamatan DTS 39 jam dapat digunakan sebagai pengganti pengamatan 15 atau 29 piantan.

Analisa Karakteristik Bulan Mati, Sabit dan Purnama

Pengaruh gaya pembangkit pasut yang utama terjadi pada bulan mati, sabit, purnama. Dalam satu bulan disederhanakan menjadi empat kelompok seperti yang disajikan dalam

lampiran 7. Karakteristik dibedakan dalam dua data yaitu DTS01 dan DTS02. Hasil perhitungan DTS01 dan DTS02 menunjukkan Frekuensi dominasi berada pada kelas 1 untuk seluruh kelompok dengan nilai 41–49 data. Untuk kelas II 4-14 data, sedangkan kelas III 0-2 data.

Memperhatikan Frekuensi dan nilai selisih, bila dibandingkan dengan akurasi minimum adalah 25 cm (standart S-44 dan NPPSS), maka dengan signifikansi 95% seluruh data DTS01 dan DTS02 dapat diterima. Untuk waktu yang terbebas dari nilai kelas III dalam hal ini lebih dari 10 cm dapat dipilih pada kelompok D (tanggal 21, 22 dan 23) baik untuk DTS01 maupun DTS02 (Frekuensi 1 data pada tanggal 21 dengan nilai 11.4 cm diabaikan).

KESIMPULAN

1. Tipe pasut di daerah Tanjung Perak Surabaya selama lima tahun (1996–2000) memiliki kecenderungan tipe pasang campuran condong keharian ganda (*mixed predominantly semi diurnal*), yang artinya dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut tetapi pada suatu waktu dapat pula terjadi satu kali pasang dan satu kali surut.
2. Berdasarkan hasil penelitian nilai rata-rata MLR di daerah Pelabuhan Perak Surabaya selama lima tahun (1996–2000), metode DTS 39 jam, metode 15 piantan dan 29 piantan masing-masing berkisar 158.5 cm, 158.3 cm dan 158,9 cm diatas nol palem, sedangkan selisih DTS rata-rata terhadap S01 dan S02 selama lima tahun 0.1 cm dan 0.4 cm.
3. Nilai selisih minimum DTS terhadap S0 terjadi acak dan tidak memiliki pola setiap bulan perhitungan selama lima tahun, baik kalender masehi maupun hijriyah.
4. Presentase frekuensi kelas selisih DTS terhadap S0 berdasarkan klasifikasi kelas di Pelabuhan Tanjung Perak selama lima tahun, DTS01 adalah : kelas I 1377 data atau 82%, kelas II 266 data atau 15.8% dan kelas III 37 data atau 2.2%, sedangkan DTS02 adalah : kelas I 1349 data atau 80.3%, kelas II 264 data atau 15.7% dan kelas III 67 data atau 4%.
5. Sebaran data untuk nilai selisih DTS terhadap S0 selama 5 tahun, DTS01 nilai maksimum 39,6 cm dan nilai minimum 0 cm, sedangkan DTS02 nilai maksimum 38,2 cm dan nilai minimum 0 cm
6. Dengan memperhatikan spesifikasi dari NPPSS dan S-44 dengan signifikansi 95%, perhitungan MLR dengan metode pengamatan 39 jam dapat mewakili pengamatan 15 dan 29 piantan
7. Pengelompokan berdasarkan karakteristik bulan dibagi menjadi empat yaitu : kelompok A (tanggal 29/30, 1, 2), kelompok B (6, 7, 8), kelompok C (14, 15, 16) dan kelompok D (21, 22 ,23)
8. Hasil pengelompokan yang terbebas dari kelas III (DTS0 lebih dari 10 cm) adalah kelompok D pada tanggal 21, 22, 23
9. Uji statistik dengan distribusi t , rata-rata populasi DTS01 dan DTS02 berdasarkan karakteristik bulan (mati, sabit dan purnama) hipotesis diterima dengan μ (rata-rata selisih) : 3 cm pada $\alpha = 95\%$

Saran

1. Pengaruh utama nilai pasut adalah posisi bulan terhadap bumi, untuk melakukan analisa yang lebih baik seyogyanya perhitungan S01 maupun S02 memakai sistem penanggalan hijriyah.
2. MLR (*Mean Sea Level*) yang didapatkan didalam penelitian ini merupakan nilai yang terus mengalami perubahan yang cukup fluktuatif, sebab untuk mendapatkan nilai MLR yang mendekati sejati setidaknya untuk peneliti selanjutnya dapat melakukan pengamatan lebih dari 5 tahun atau selama 18,6 tahun untuk mendapatkan nilai MLR yang sejati, dan tentunya hal ini memerlukan waktu penelitian yang cukup lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakosurtanal. 2001. *Informasi Pengamatan Pasang Surut Permanen*. Cibinong : Bidang Medan Gayaberat Dan Pasut Bakosurtanal.
- Bakosurtanal. 2001. *Informasi Stasiun Pasang Surut di Indonesia*. http://202.155.86.35/bakos/web_pdkk/pdkk.html
- Djunarsah, E. 2000. *Penetapan Lowest Astronomical Tide sebagai Air Rendah*. Yogyakarta : Tunggal. Prosiding Ikatan Surveyor Indonesia .
- International Hydrographic Organization (IHO). 2006. *Special Publication Number 44 (SP-44)*, Monaco
- Kelompok Bidang Keahlian Kelautan. 1989. Diktat Kuliah: *Pendidikan Survei Hidrografi*. Bandung : Kursus Hidrografi PERTAMINA – ITB.
- Otto, S.R, 1989. *Penerapan Pengetahuan Data Pasang Surut* Jakarta : Asean-Australia Cooperative Programs On Marine Science Project 1 :Tides And Tidal Phenomena.
- Pugh, D.T. 1992. *Sea Level Changes: Determination And Effect* .Washington DC : Geophysical Monograph Series.
- Sasongko, A.D, 2006. *Prosedur Pengolahan Data Pasut Menggunakan Metode Admiralty*. Program Studi Teknik Geomatika ITS, Surabaya.
- Taepur, S. 1985. *Survey Hidrografi*. Bandung : Jurusan Teknik Geodesi, Institut Teknologi Bandung,
- Walpole, E, R. 1995. *Ilmu Peluang Dan Statistik Untuk Insinyur dan Ilmuwan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Wijaya, A, D. 2005. *Studi Variasi Tinggi Muka Air Laut Rata-rata di Kawasan Surabaya Berdasarkan Peroide Tahunan*. Program Studi Teknik Geodesi ITS, Surabaya.