

STUDI PERHITUNGAN MUKA SURUTAN PETA BERDASARKAN WAKTU TERJADI SUPERMOON DI PERAIRAN KALABAHU NUSA TENGGARA TIMUR

Rusito Retri Harito¹, Khoirol Imam Fatoni², Widodo Setyo Pranowo³

¹Program Studi S-1 Hidrografi, Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut

²Pusat Hidro-Oseanografi TNI-AL, Ancol Timur, Jakarta Utara

³Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Laut dan Pesisir, KKP

Penulis : rusitoharito@gmail.com

ABSTRAK

Ketersediaan data muka laut pada saat terjadi *Supermoon* di Perairan Kalabahi Nusa Tenggara Timur, merupakan modal untuk perhitungan dan menganalisis *LAT* untuk mendapatkan kedudukan *Chart datum* atau Muka Surutan Peta Laut. Data yang digunakan berasal dari pengukuran pasang surut Tim Survei Pushidrosal Perairan Kalabahi NTT pada tanggal 13 November hingga 12 Desember 2017. Dan data hasil pengukuran 1 Tahun stasiun pasang surut permanen BIG 1 Tahun mulai 9 Maret 2017 hingga 9 Maret 2018. Kedua data tersebut dilakukan pengolahan menggunakan metode *least square* dengan *software* matlab 2013a (*T_tide-v1.3 beta*), sehingga menghasilkan 32 konstanta pasang surut, amplitudo dan fase serta data elevasi air laut. Konstanta yang signifikan dari data temporal Pushidrosal dan data permanen BIG berjumlah 8, hal ini menunjukkan konstanta tersebut adalah konstanta yang mempengaruhi *supermoon* berdasarkan amplitudo yang signifikan, yaitu *O1*, *NO1*, *P1*, *K1*, *N2*, *M2*, *S2*, *K2*. Hasil pengolahan data grafis pasang surut ke dua data tersebut saat terjadi fenomena *supermoon*, elevasi maksimumnya pada tanggal 5 Desember 2017 pukul 17.00 UTC sebesar 137.9 cm. Nilai muka surutannya pengolahan data permanen BIG sebesar 659 cm, dengan nilai *MSL* / duduk tengah sebesar 837 cm maka diperoleh nilai *Zo* adalah 177 cm. Untuk nilai *Zo* peta no. 394 (2016) sebesar 14 dm (140 cm) dibawah duduk tengah.

Kata Kunci : Muka Surutan Peta, *Supermoon*, Kalabahi NTT, *LAT*, *least Square*

ABSTRACT

The availability of sea level data in the event of Supermoon, in the Kalabahi Waters of East Nusa Tenggara, is very rare but important for calculating and analyzing the LAT to get the position of Chart Datum for Sea Map. The data set has been used is tidal measurements in the Kalabahi Coastal waters. It measured by Pushidrosal Survey Team from November 13 to December 12, 2017. Another data set has been used is measurement data from permanent tidal stations of BIG (1 Year period, starting March 9 2017 to March 9, 2018). Both data are processed using the least square method in matlab toolbox (T_tide-v1.3 beta). Those are resulting 32 tidal constants, amplitudes and phases and sea water elevations data. Significant constants from both data sets are 8, that affect supermoon namely O1, NO1, P1, K1, N2, M2, S2, K2. The maximum elevation during supermoon event is happened on 5 December 2017 at 17:00 UTC (137.9 cm). The chart datum based on BIG data set is 659 cm, with MSL of 837 cm, and Zo is 177 cm. The Zo based on Navy chart no 394 (2016) is 14 dm (140 cm).

Keywords : *Chart Datum*, *Supermoon*, Kalabahi NTT, *LAT*, *least Square*

I. Pendahuluan

Pemahaman terhadap kondisi pasang surut (pasut) di Perairan Indonesia sangat penting untuk kegiatan pemetaan laut, pemantauan tsunami, pertahanan dan keamanan, navigasi, wisata, dan olahraga. Salah satu pengetahuan terpenting dalam pasang surut adalah *Chart Datum* atau muka surutan peta. *Chart datum* adalah suatu permukaan tetap yang ditentukan dan menjadi bidang referensi pengukuran kedalaman. Setiap negara berusaha menetapkan *Chart Datum* dari pasang surut pengaruh astronomis terendah atau *LAT* (*Lowest Astronomical Tide*).

Lowest Astronomical Tide (*LAT*) merupakan kedudukan muka laut terendah yang terjadi di bawah kondisi meteorologis rata-rata dan merupakan hasil dari kombinasi pengaruh astronomis (*IHO, 1993*). Untuk memperoleh nilai *LAT* membutuhkan data pengukuran pasang surut selama 18,6 tahun. *IHO* merekomendasikan *LAT* dapat diperoleh dengan prediksi pasut selama 18,6 tahun berdasarkan data pengamatan sepanjang satu tahun. Pengertian kondisi meteorologis rata-rata berkaitan dengan pengaruh meteorologis terhadap kedudukan muka laut pada kondisi yang normal, bukan kondisi meteorologis yang dapat menyebabkan muka laut turun atau naik

secara ekstrim. Misalnya saat terjadi badai yang menyebabkan terjadinya kedudukan muka laut yang lebih rendah dari *LAT*, atau fenomena *Supermoon* yang dapat menyebabkan kedudukan muka laut lebih rendah dari kedudukan *LAT*.

Supermoon merupakan fenomena bulan purnama yang terjadi ketika bulan purnama terjadi posisi bulan mencapai jarak terdekat dengan bumi hingga membuat tampak lebih besar dan lebih terang dari permukaan bumi. Akibat kedekatannya dengan bumi, maka Bulan akan sedikit mempengaruhi kondisi perairan di Bumi termasuk pasang surut yang terjadi karena gaya tarik Bumi dan Bulan. *Supermoon* menyebabkan air pasang yang lebih tinggi dan air surut yang terendah dari pasang surut yang terjadi pada bulan purnama biasa. Kondisi tersebut dapat ditangkap sebagai bahan penelitian untuk menentukan nilai *Chart Datum* permanen dan sejajar dengan dengan *LAT*

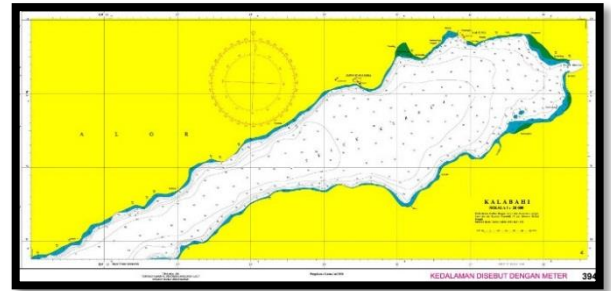
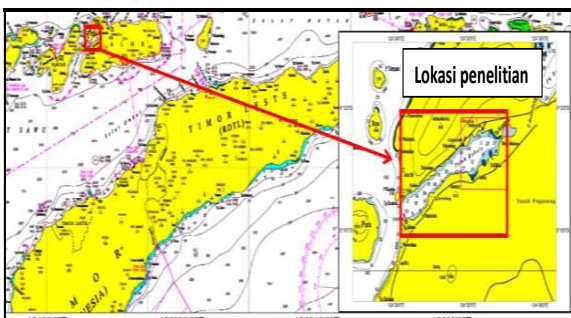
Ketersediaan data muka laut pada saat terjadi *Supermoon* di Perairan Kalabahi Nusa Tenggara Timur, merupakan modal untuk perhitungan dan menganalisis *LAT* untuk mendapatkan kedudukan *Chart Datum* atau Muka Surutan Peta Laut. Data

yang digunakan berasal dari pengukuran pasang surut Tim Survei Hidros Perairan Kalabahi NTT pada tanggal 13 November hingga 12 Desember 2017. Data pasang surut lain yang mendukung analisa terjadinya *Supermoon* berasal dari hasil pengukuran 1 Tahun stasiun pasang surut permanen BIG Tahun 2017 hingga Tahun 2018.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode kuantitatif dengan data pendukung data primer dan data sekunder berdasarkan hasil pengukuran dan variabel yang ada. Data primer tersebut diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) dan data sekunder dari Pushidrosal selaku wali data Pasut di Indonesia. Serta data pendukung lainnya didapatkan melalui studi literatur yang berasal dari teori yang ada di buku dan jurnal-jurnal.



Gambar 1. Peta kalabahi (lokasi Penelitian) Indonesia patent no. Peta Laut Indonesia No. 394 rencana 4

B. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah

1. Pengolahan muka surutan peta Perairan Kalabahi berdasarkan data pengukuran pasang surut 1 tahun waktu *supermoon* terjadi.
2. Pengolahan data temporal Pushidrosal dan data permanen BIG Perairan Kalabahi selama 30 hari yang terdapat waktu *supermoon* terjadi.
3. Menganalisa tinggi elevasi air laut yang signifikan hasil pengolahan data survei Pushidrosal dan data permanen BIG.

C. Sumber data

Pada tahapan ini dilaksanakan pengumpulan data data survei lapangan dari Pushidrosal selama 1 bulan di daerah Kalabahi Alor NTT dan data pasut dari pengamatan stasiun BIG. Berikut data - data yang dikumpulkan.

1. Data survey Pushidrosal

No	waktu (UTC)	elevasi air
1	13/11/2017 0:00	370
2	13/11/2017 1:00	362
3	13/11/2017 2:00	359
4	13/11/2017 3:00	367
5	13/11/2017 4:00	382
6	13/11/2017 5:00	403
7	13/11/2017 6:00	430
8	13/11/2017 7:00	438
9	13/11/2017 8:00	439
10	13/11/2017 9:00	429
11	13/11/2017 10:00	409
12	13/11/2017 11:00	383
13	13/11/2017 12:00	357
14	13/11/2017 13:00	335
15	13/11/2017 14:00	327
16	13/11/2017 15:00	336
17	13/11/2017 16:00	355
18	13/11/2017 17:00	378
19	13/11/2017 18:00	406
20	13/11/2017 19:00	441
21	13/11/2017 20:00	456
22	13/11/2017 21:00	458
23	13/11/2017 22:00	448
24	13/11/2017 23:00	428
25	14/11/2017 0:00	400
26	14/11/2017 1:00	371

No	waktu (UTC)	elevasi air
671	10/12/2017 21:00	400
672	10/12/2017 22:00	381
673	10/12/2017 23:00	374
674	11/12/2017 0:00	379
675	11/12/2017 1:00	391
676	11/12/2017 2:00	401
677	11/12/2017 3:00	422
678	11/12/2017 4:00	439
679	11/12/2017 5:00	443
680	11/12/2017 6:00	440
681	11/12/2017 7:00	431
682	11/12/2017 8:00	406
683	11/12/2017 9:00	374
684	11/12/2017 10:00	351
685	11/12/2017 11:00	340
686	11/12/2017 12:00	343
687	11/12/2017 13:00	358
688	11/12/2017 14:00	373
689	11/12/2017 15:00	396
690	11/12/2017 16:00	434
691	11/12/2017 17:00	455
692	11/12/2017 18:00	463
693	11/12/2017 19:00	466
694	11/12/2017 20:00	456
695	11/12/2017 21:00	431
696	11/12/2017 22:00	403
697	11/12/2017 23:00	382

Gambar 2 Contoh data pasut 1 bulan dalam bentuk tabulor bulan November dan Desember 2017

2. Data Observasi BIG 1 tahun

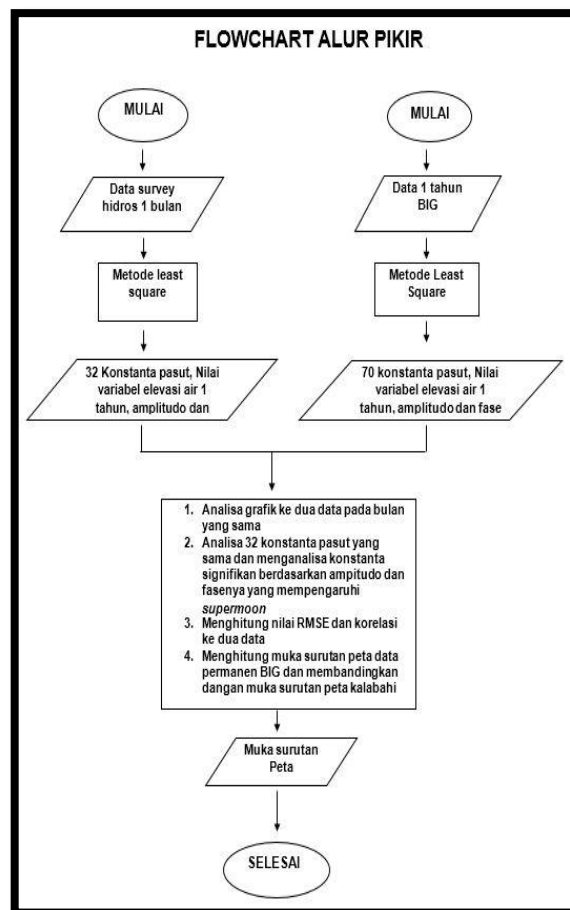
No	waktu (UTC)	elevasi air
1	9/3/2017 0:00	865
2	9/3/2017 1:00	885
3	9/3/2017 2:00	891
4	9/3/2017 3:00	889
5	9/3/2017 4:00	875
6	9/3/2017 5:00	858
7	9/3/2017 6:00	836
8	9/3/2017 7:00	824
9	9/3/2017 8:00	822
10	9/3/2017 9:00	832
11	9/3/2017 10:00	853
12	9/3/2017 11:00	873
13	9/3/2017 12:00	902
14	9/3/2017 13:00	920
15	9/3/2017 14:00	919
16	9/3/2017 15:00	909
17	9/3/2017 16:00	887
18	9/3/2017 17:00	848
19	9/3/2017 18:00	807
20	9/3/2017 19:00	773
21	9/3/2017 20:00	753
22	9/3/2017 21:00	752
23	9/3/2017 22:00	772
24	9/3/2017 23:00	798
25	10/3/2017 0:00	831

No	waktu (UTC)	elevasi air
9047	20/3/2018 21:00	910
9048	20/3/2018 22:00	859
9049	20/3/2018 23:00	792
9050	21/3/2018 0:00	745
9051	21/3/2018 1:00	739
9052	21/3/2018 2:00	765
9053	21/3/2018 3:00	802
9054	21/3/2018 4:00	837
9055	21/3/2018 5:00	871
9056	21/3/2018 6:00	903
9057	21/3/2018 7:00	923
9058	21/3/2018 8:00	928
9059	21/3/2018 9:00	927
9060	21/3/2018 10:00	883
9061	21/3/2018 11:00	816
9062	21/3/2018 12:00	761
9063	21/3/2018 13:00	730
9064	21/3/2018 14:00	737
9065	21/3/2018 15:00	760
9066	21/3/2018 16:00	786
9067	21/3/2018 17:00	820
9068	21/3/2018 18:00	866
9069	21/3/2018 19:00	894
9070	21/3/2018 20:00	898
9071	21/3/2018 21:00	901
9072	21/3/2018 22:00	883
9073	21/3/2018 23:00	840

Gambar 3. Contoh tabulor data permanen BIG selama 1 tahun

D. Diagram Alir Penelitian

Berikut ini adalah diagram alir yang digunakan dalam penelitian ini sebagai pedoman alur pikir pelaksanaan penelitian dari tahap penginputan data awal sampai dengan interpretasi hasil penelitian.



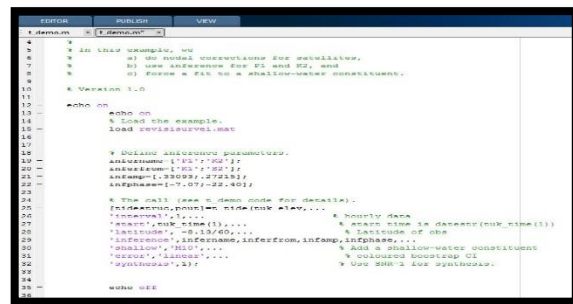
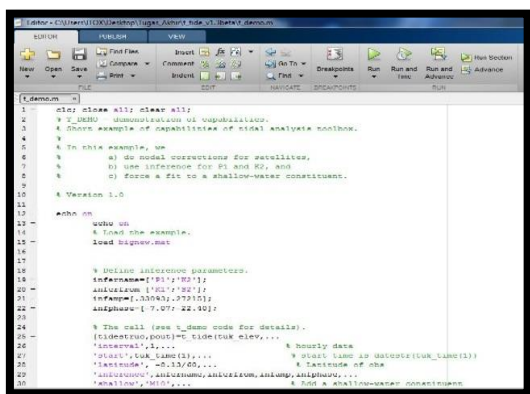
Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

III. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi data temporal survei Pushidrosal selama 30 hari mulai tanggal 13 November s.d 12 Desember 2017 dan data permanen dari Badan Informasi Geospasial (BIG) selama 1 tahun dari tanggal 9 Maret 2017 s.d 23 Maret 2018 Stasiun Pasang Surut BIG di Pelabuhan Kalabahi. Data survei Pushidrosal dilakukan pengolahan menggunakan metode *least square* dengan *software matlab 2013a (T_tide-v1.3 beta)* sehingga menghasilkan 32 komponen harmonik pasut, *amplitudo*

dan fase serta *Pout* (elevasi air). Untuk data dari Badan Informasi Geospasial (BIG) dilakukan pengolahan dengan metode least square dengan software *matlab 2013a (T_tide-v1.3 beta)*, sehingga menghasilkan *amplitudo* dan fase serta data elevasi air laut. Kedua data tersebut di analisa elevasi tinggi air hasil pengolahan matlab dengan grafik pasang surut dan waktu yang sama (waktu *UTC*) yaitu pada tanggal 13 November s.d 12 Desember 2017. Hasil pengolahan tersebut dicari selisih amplitudo dan fase serta menganalisa konstanta – konstanta apa saja yang signifikan mempengaruhi *supermoon* ke dua data. Sehingga dapat dilakukan perhitungan untuk menentukan muka surutan yang aman pada wilayah perairan Kalabahi Nusa Tenggara Timur.

A. Pengolahan Data temporal Pushidrosal dengan metode least square software *matlab T-tide 1.3Vbeta*



Gambar 5 *script matlab* pengolahan data temporal Pushidrosal

Pengolahan dengan matlab script T-tide 1.3Vbeta mengimpor data survei perairan Kalabahi NTT ke dalam software T-tide agar menghasilkan konstanta pasang, amplitudo dan fase serta elevasi air laut (*Pout*) sehingga dapat dianalisa dengan hasil pengolahan BIG. Waktu lokal 00:00 sampai 23:00 WIT dan dirubah menjadi waktu 00:00 *UTC (Universal Time Coordinated)* sampai 23:00 *UTC* dengan cara waktu lokal dimajukan 8 jam karena *GMT+8*, jadi jam 08.00 waktu *local* sama dengan jam 00.00 waktu *UTC*.

1. Hasil pengolahan matlab nilai variabel *Pout* sebagai berikut:

	1	2	3	4	5	6
1	35.9562					
2	23.9465					
3	3.2265					
4	-21.4287					
5	-42.2865					
6	-54.3058					
7	-56.7700					
8	-49.1155					
9	-30.3852					
10	-41.1184					
11	21.6763					
12	41.0783					
13	92.5423					
14	94.8037					
15	45.7577					
16	26.1536					
17	0.9298					
18	-23.2163					
19	-39.9233					
20	-44.6869					
21	-38.9541					
22	-20.4420					
23	-0.5935					

Gambar 6 *Pout / elevasi air laut* hasil pengolahan data temporal Pushidrosal

Nilai elevasi air laut hasil pengolahan Matlab tersebut sebagai dasar untuk menganalisa perbandingan grafik dengan elevasi data permanen BIG hasil pengolahan dengan tinggi maksimum dan minimum sebagai berikut

2. Hasil pengolahan matlab terdapat 32 konstanta pasang surut data survei Pushidrosal

NO	TIDE	AMPLITUDO	FASE
1	MSF	4.6182	196.34
2	*2Q1	1.8367	259.94
3	*Q1	4.5341	276.4
4	*O1	20.7988	279.78
5	*NO1	6.6001	180.06
6	*P1	9.0733	305.69
7	*K1	27.4177	298.62
8	*J1	2.7422	329.52
9	*OO1	0.6129	243.46
10	*UPS1	0.6058	224.54
11	*N2	11.893	333.31
12	*M2	66.4015	347.88
13	*S2	25.616	48.01
14	*K2	6.9714	70.41
15	*ETA2	4.2393	180.01
16	MO3	0.301	155.92
17	*M3	0.5122	301.8
18	*MK3	0.4742	295.11
19	*SK3	0.7949	9.76
20	*MN4	0.8406	58.19
21	*M4	3.8734	73.93
22	*MS4	4.1811	129.17
23	S4	0.427	152.71
24	*2MK5	0.5715	142.5
25	2SK5	0.2091	90.6
26	2MN6	0.2371	188.06
27	*M6	0.9492	246.96
28	*2MS6	1.5933	329.05
29	*2SM6	0.5216	14.61
30	*3MK7	0.1472	354.34
31	M8	0.0538	266.98
32	M10	0.1665	137.09

Gambar 7 hasil pengolahan matlab software T-tide 32 komponen

konstanta hasil pengolahan matlab dengan software T-tide didapatkan 32 komponen pasut. Komponen tersebut dilihat dari amplitudo yang signifikan mempengaruhi *supermoon* adalah **O1, NO1, P1, K1, N2, M2, S2, K2.**

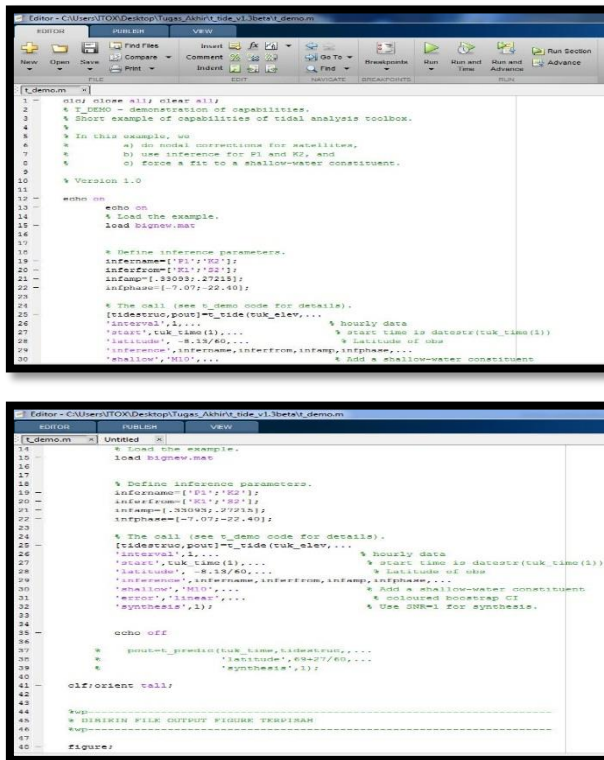
3. Hasil pengolahan matlab diambil 9 konstanta harmonik pasut

Tabel 1 Komponen Harmonik data permanen BIG

KOMP	AMPLITUDO (m)	FASE (o)
M2	66.4015	347.88
S2	25.616	48.01
N2	11.893	333.31
N2	13.4233	96.19
K2	7.3945	187.33
K1	28.1017	175.9
O1	21.1616	165.36
P1	9.2997	182.97
M4	3.6017	321.58
MS4	4.2876	5.24

Hasil pengolahan data survei tersebut diambil 9 konstanta untuk dibandingkan dengan 9 konstanta hasil pengolahan data permanen BIG

B. Pengolahan data permanen BIG menggunakan matlab dengan software T tide



Gambar 8 Script matlab (t-tideV1.3 beta) pengolahan data permanen BIG

Pengolahan dengan menggunakan matlab script T-tide 1.3Vbeta mengimpor data permanen stasiun Kalabahi NTT ke dalam software T-tide agar menghasilkan konstanta pasut, amplitudo dan fase serta elevasi air laut (Pout) sehingga dapat dianalisa dengan hasil pengolahan data Pushidrosal.

1. Hasil pengolahan dari matlab 32 konstanta pasut tanggal 13 November 2017 – 12 desember 2017 di stasiun pasang surut BIG

NO	KONSTANTA	AMPLITUDO	FASE
1	MSF	5.1723	187.99
2	*2Q1	1.0367	139.51
3	*Q1	5.0123	159.3
4	*O1	21.1616	165.36
5	*NO1	6.2775	56.85
6	*P1	9.2997	182.97
7	*K1	28.1017	175.9
8	*J1	2.5972	205.81
9	*OO1	1.3616	121.34
10	*UPS1	0.9554	147.86
11	*N2	13.4233	96.19
12	*M2	67.177	111.55
13	*S2	27.1707	164.93
14	*K2	7.3945	187.33
15	*ETA2	2.7636	299.56
16	*MO3	0.5055	137.68
17	M3	0.2555	228.8
18	*MK3	0.7484	267.36
19	*SK3	0.5434	357.15
20	*MN4	1.0046	315.91
21	*M4	3.6017	321.58
22	*MS4	4.2876	5.24
23	*S4	0.7789	31.02
24	*2MK5	0.5498	241.66
25	*2SK5	0.5405	165.65
26	2MN6	0.3502	203.98
27	*M6	0.9091	253.17
28	*2MS6	1.8445	330.69
29	*2SM6	0.7081	33.03

30	3MK7	0.1253	227.67
31	M8	0.1212	341.91
32	M10	0.0784	56.31

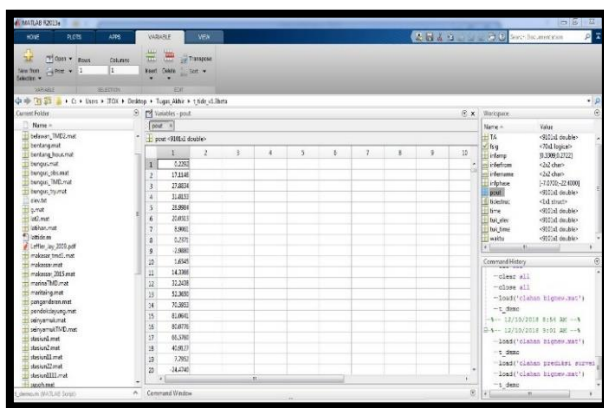
Gambar 9 Nilai 32 komponen data permanen BIG

Konstanta hasil pengolahan *matlab* dengan *software T-tide* didapatkan 32 komponen pasut. Komponen yang signifikan mempengaruhi *supermoon* dilihat dari amplitudonya ada 10 komponen yaitu **O1, NO1, P1, K1, N2, M2, S2, K2**.

Selanjutnya dari 32 konstanta pasut data permanen BIG diambil 9 komponen utama harmonik pasut untuk mengetahui nilai selisih amplitudo dan fasenya dengan data temporal Pushidrosal.

Tabel 2 Komponen Harmonik data permanen BIG

2. Nilai variabel *Pout* hasil pengolahan data permanen BIG sebagai berikut :



Gambar 10 Contoh *pout* / nilai variabel hasil data permanen BIG

Dari hasil pengolahan data permanen BIG yang diperoleh dari stasiun pasang surut di perairan Teluk Kalabahi dari tanggal 9 maret 2017 jam 00:00 UTC

(*Universal Time Coordinated*) sampai dengan 23 maret 2018 jam 16:00 UTC

DATA PASUT PERMANEN BIG (meter)		
Rata-rata	Maksimum	Minimum
0.001276977	1.502599547	-1.774706196

C. Perbandingan pengolahan data temporal Pushidrosal dan data permanen BIG dilihat dari 9 komponen harmonik pasut

Tabel 3. Perbandingan selisih nilai amplitudo dan fase 9 komponen harmonik ke dua data

KOMP	AMPLITUDO (m)	FASE (o)
M2	67.177	111.55
S2	27.1707	164.93
N2	13.4233	96.19
K2	7.3945	187.33
K1	28.1017	175.9
O1	21.1616	165.36
P1	9.2997	182.97
M4	3.6017	321.58
MS4	4.2876	5.24

Komponen	Amplitudo (m)			Fase (o)		
	Data temporal	Data permanen	Selisih	Data temporal	Data permanen	Selisih
M2	66.4015	67.177	0.7755	347.88	111.55	236.33
S2	25.616	27.1707	1.5547	48.01	164.93	116.92
N2	11.893	13.4233	1.5303	333.31	96.19	237.12
K2	6.9714	7.3945	0.4231	70.41	187.33	116.92
K1	27.4177	28.1017	0.684	298.62	175.9	122.72
O1	20.7988	21.1616	0.3628	279.78	165.36	114.42
P1	9.0733	9.2997	0.2264	305.69	182.97	122.72
M4	3.8734	3.6017	0.2717	73.93	321.58	247.65
MS4	4.1811	4.2876	0.1065	129.17	5.24	123.93

Untuk menentukan tipe pasut didapatkan dari perhitungan *formzahl* seperti rumus persamaan 2.1

$$F = K1+O1 / M2+S2 \dots\dots\dots 2.1$$

dimana nilai *Formzahl*,
F =0.00 – 0.25; pasut bertipe ganda (*semi diurnal*)

$F = 0.26 - 1.50$; pasut bertipe campuran dengan tipe ganda yang menonjol (mixed, mainly semi diurnal)

$F = 1.51 - 3.00$; pasut bertipe campuran dengan tipe tunggal yang menonjol (mixed,mainlydiurnal)

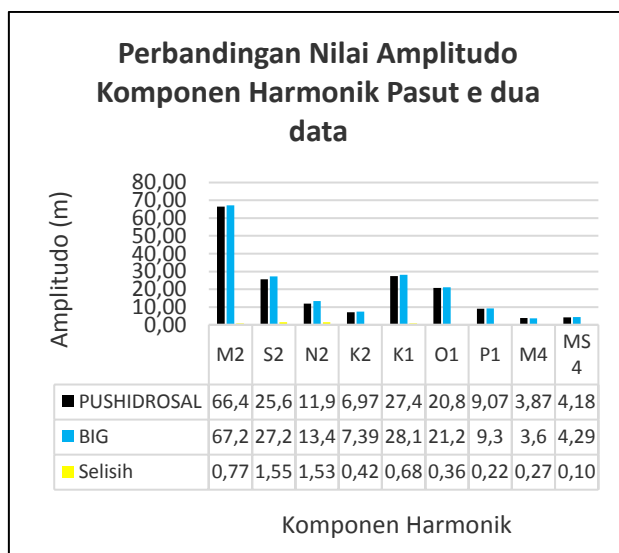
$F > 3.00$; pasut bertipe tunggal(diurnal)

Didapat tipe pasang surut perairan Kalabahi NTT sebagai berikut

Formzahl (A)	Pushidrosal	BIG
Harian Ganda	0.52	0.52

campuran condong ke harian ganda (*Mixed Prevailing Semidiurnal*), artinya dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda

1. Grafik perbandingan nilai amplitudo 9 konstanta harmonik pasut

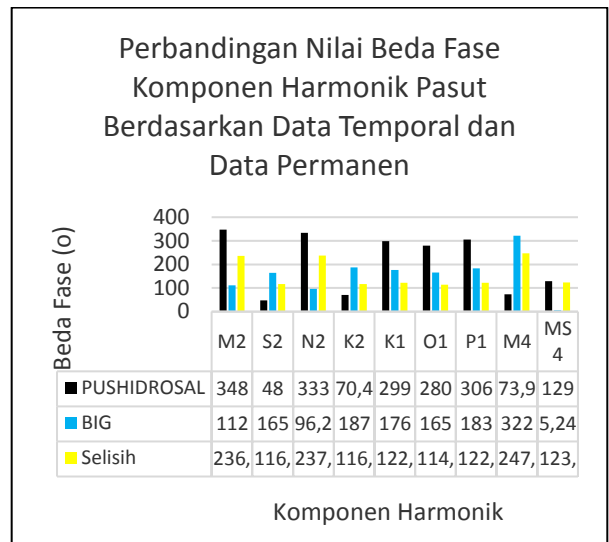


Gambar 11 Grafik Perbandingan Nilai Amplitudo pasut Perairan Kalabahi Alor NTT.

Berdasarkan grafik perbandingan selisih amplitudo 9 komponen harmonik dari kedua data tersebut, selisih amplitudo yang mempengaruhi *supermoon* antara ke dua

data tersebut rata - rata tidak mengalami perbedaan yang signifikan.

2. Grafik perbandingan beda Fase 9 konstanta harmonik pasut



Gambar 12 Grafik Perbandingan Nilai fase Pasang Surut

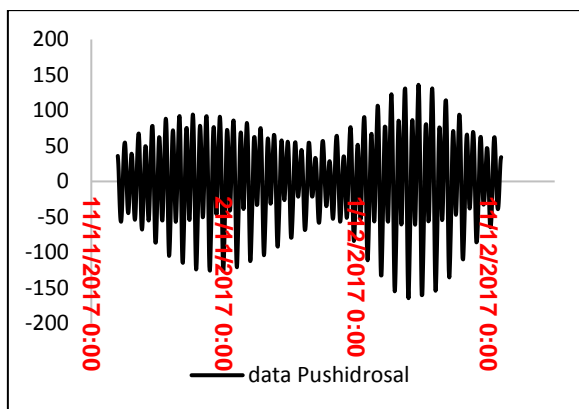
Berdasarkan grafik perbandingan selisih beda fase 9 komponen harmonik dari kedua data tersebut, selisih fase yang signifikan ke dua data tersebut adalah **M2** (236.33), **N2** (237.12), **M4** (247.65).

GRAFIK PUSHIDROSAL(meter)

Maksimum	Minimum	Rata-rata
136.1301	-164.457	-0.02902

D. Analisa grafik elevasi (*pout*) ke dua data pada saat fenomena *supermoon* di perairan Kalabahi Alor NTT pada tanggal 13 November 2017 s/d 12 Desember 2017.

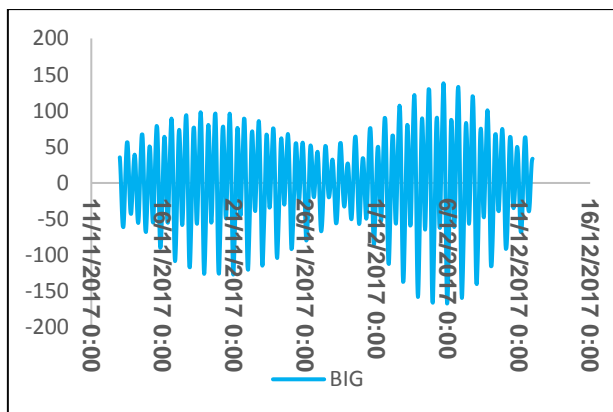
1. Grafik data temporal Pushidrosal



Gambar 13 Grafik pengolahan data temporal Pushidrosal

Berdasarkan grafik data temporal survei Pushidrosal periode 30 hari tanggal 13 November s.d 12 Desember 2017, tren elevasi air laut selama 1 bulan menunjukkan grafik yang signifikan fenomena *supermoon* amplitudo tertinggi pada tanggal **5 Desember 2017 17:00** sebagai berikut:

2. Grafik data permanen BIG



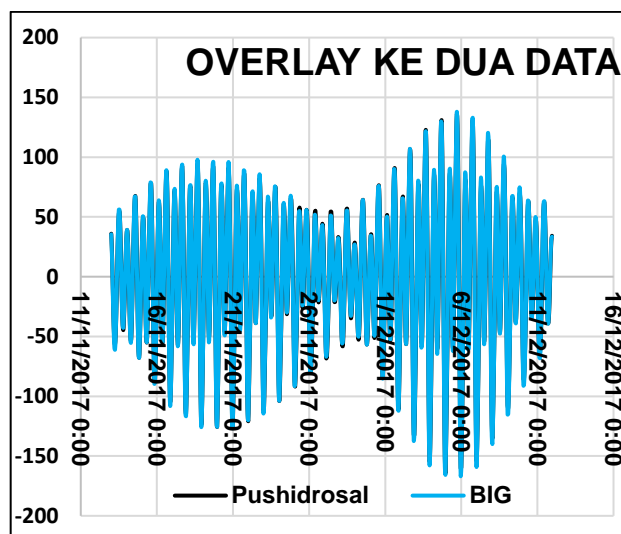
Gambar 14 Grafik pengolahan data BIG

Berdasarkan grafik data temporal survei Pushidrosal periode 30 hari tanggal 13 November s.d 12 Desember 2017, tren elevasi air laut selama 1 bulan menunjukkan grafik yang signifikan fenomena *supermoon* amplitudo tertinggi

pada tanggal **5 Desember 2017 17:00** dengan tabel sebagai berikut:

DATA PASUT PERMANEN BIG (meter)		
Maksimum	Minimum	Rata-rata
137.9566	-166.256	-0.04534

3. Analisa perbandingan *overlay* grafik data temporal Pushidrosal dengan data permanen BIG

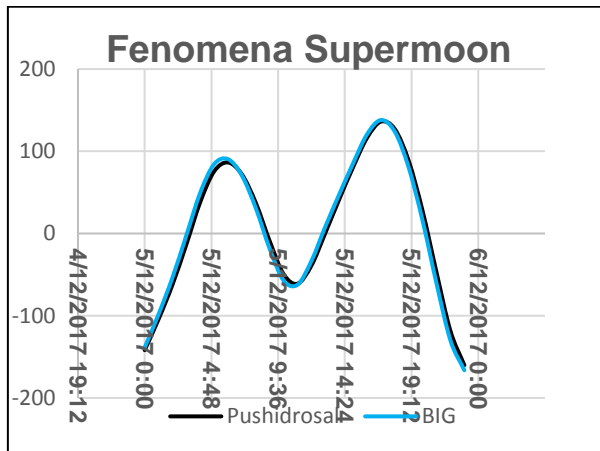


Gambar 15 Grafik *overlay* data temporal prediksi Pushidrosal dan data permanen BIG

Berdasarkan perbandingan grafik *overlay* diatas dapat ditunjukkan level air hasil data temporal Pushidrosal dengan hasil data permanen pasut (BIG) selama 30 hari pada tanggal 13 November s.d 12 Desember 2017 di perairan Kalabahi Alor NTT adalah level air tertinggi dan signifikan pada saat terjadi fenomena *supermoon* kedua data pada tanggal **5 Desember 2017 pukul 17.00 UTC**. Selisih amplitudo tinggi air laut kedua data tersebut

SELISIH KE DUA DATA		
MAKSIMUM	MINIMUM	RATA-RATA
1.826530526	-1.798361665	-0.016316899

4. Grafik fenomena supermoon tanggal 5 Desember 2017 waktu 00.00 s/d 23.00 UTC



Gambar 16 Grafik fenomena supermoon

Pada grafik fenomena supermoon diatas menunjukkan amplitudo terbesar ketinggian maksimum air laut terletak pada Pout data permanen BIG di stasiun pasut kalabahi NTT sebesar **137.9566 cm**.

5. Perbandingan amplitudo 32 konstanta hasil pengolahan data temporal pushidrosal dan data permanen BIG

NO	KONSTANTA	HIDROS	BIG
1	MSF	4.6182	5.1723
2	*2Q1	1.8367	1.0367
3	*Q1	4.5341	5.0123
4	*O1	20.7988	21.1616
5	*NO1	6.6001	6.2775
6	*P1	9.0733	9.2997
7	*K1	27.4177	28.1017
8	*J1	2.7422	2.5972
9	*OO1	0.6129	1.3616
10	*UPS1	0.6058	0.9554
11	*N2	11.893	13.4233
12	*M2	66.4015	67.177
13	*S2	25.616	27.1707
14	*K2	6.9714	7.3945
15	*ETA2	4.2393	2.7636
16	MO3	0.301	0.5055

17	*M3	0.5122	0.2555
18	*MK3	0.4742	0.7484
19	*SK3	0.7949	0.5434
20	*MN4	0.8406	1.0046
21	*M4	3.8734	3.6017
22	*MS4	4.1811	4.2876
23	S4	0.427	0.7789
24	*2MK5	0.5715	0.5498
25	2SK5	0.2091	0.5405
26	2MN6	0.2371	0.3502
27	*M6	0.9492	0.9091
28	*2MS6	1.5933	1.8445
29	*2SM6	0.5216	0.7081
30	*3MK7	0.1472	0.1253
31	M8	0.0538	0.1212
32	M10	0.1665	0.0784

Gambar 17 Perbandingan 32 konstanta

Perbandingan 32 komponen data temporan Pushidrosal dan data permanen BIG hasil pengolahan matlab T-tide1.3Vbeta menunjukkan amplitudo yang signifikan antara kedua data tersebut. Adapun konstanta yang signifikan data Pushidrosal berjumlah 8 konstanta, dan yang non signifikan berjumlah 24 konstanta. Sedangkan data permanen BIG yang signifikan berjumlah 8 konstanta, yang non signifikan berjumlah 24 konstanta.

6. Konstanta yang signifikan antara ke dua data

NO	KONSTANTA	TEMPORAL PUSHIDROSAL	PERMANEN BIG
1	*O1	20.7988	21.1616
2	*NO1	6.6001	6.2775
3	*P1	9.0733	9.2997
4	*K1	27.4177	28.1017
5	*N2	11.893	13.4233
6	*M2	66.4015	67.177
7	*S2	25.616	27.1707
8	*K2	6.9714	7.3945

Gambar 18 Konstanta yang signifikan antara ke dua data

Konstanta antara data temporal Pushidrosal dan data permanen BIG berjumlah 8, hal ini menunjukkan konstanta – konstanta tersebut adalah konstanta yang mempengaruhi supermoon berdasarkan amplitudo yang signifikan, yaitu **O1, NO1, P1, K1, *N2, M2, S2, K2**.

E. Perhitungan RMSE, korelasi data temporal Pushidrosal dan data permanen BIG

Elevasi Air Laut Data Temporal (m)	Elevasi Air Laut Data Permanen	Selisih	Selisih*2	RMSE	Korelasi
0.515828923	0.523649871	-0.00782	0.00006	0.30263	0.85812
0.652222507	0.705952716	-0.05373	0.00289		
0.692048717	0.810641197	-0.11859	0.01406		
0.599523301	0.800775943	-0.20125	0.04050		
0.361024166	0.665760457	-0.30474	0.09286		
0.010322752	0.409126698	-0.39880	0.15904		
-0.368867223	0.077951998	-0.44682	0.19965		
-0.673474632	-0.244739935	-0.42873	0.18381		
-0.827232771	-0.488428096	-0.33880	0.11479		
-0.810452695	-0.604751342	-0.20570	0.04231		
-0.654471928	-0.578325634	-0.07615	0.00580		
-0.411453155	-0.443067459	0.03161	0.00100		
-0.128630997	-0.243079215	0.11445	0.01310		
0.15324363	-0.010573223	0.16382	0.02684		
0.385582543	0.205924324	0.17966	0.03228		
0.508348476	0.356850637	0.15150	0.02295		
0.473154104	0.419862142	0.05329	0.00284		
0.280274548	0.382456118	-0.10218	0.01044		
-0.00391479	0.249020718	-0.25241	0.06371		

Gambar 19 Perhitungan RMSE dan korelasi

RMSE sebesar **0.30263** dan Uji korelasi antara data temporal Pushidrosal dan data permanen BIG dengan nilai variabelnya **0.85812**, yaitu positif sangat kuat artinya ke dua data tersebut secara ilmiah dapat diterima dan digunakan untuk penelitian.

F. Rekapitulasi Uji Korelasi Periode Data Penelitian

Berdasarkan uji korelasi menggunakan Metode *Pearson* diperoleh hasil selama 1 tahun sebagai berikut :

Tabel 4 Hasil Uji Korelasi 1 tahun

BULAN	KORELASI DATA TEMPORAL PUSHIDROSAL dan DATA PERMANEN BIG
MARET 2017	0.923398478
APRIL 2017	0.895677012
MEI 2017	0.871316243
JUNI 2017	0.867662539
JULI 2017	0.86065114
AGUSTUS 2017	0.858735786
SEPTEMBER 2017	0.85852253
OKTOBER 2017	0.840329459
NOVEMBER 2017	0.843222153
DESEMBER 2017	0.865672992
JANUARI 2018	0.888168051
FEBRUARI 2018	0.908160086
MARET 2018	0.920744105

Berdasarkan tabel 4.17 hasil tabulasi uji korelasi pasut data temporal Pushidrosal dan data permanen BIG dengan metode *Pearson*, nilai korelasi selama satu tahun adalah **0.8** artinya Positif sangat kuat. Hal ini menunjukkan bahwa ke dua data secara ilmiah dapat diterima dan digunakan untuk penelitian.

G. Perhitungan muka surutan peta data permanen BIG

Data permanen(m)	Permanen(cm)	Permanen+Xo (cm)	CD (cm)	ZD (cm)
0.523649871	52.3649871	889.3649871	659.5293804	177.4706196
0.705952716	70.5952716	907.5952716		
0.810641197	81.0641197	918.0641197		
0.800775943	80.0775943	917.0775943		
0.665760457	66.5760457	903.5760457		
0.409126698	40.9126698	877.9126698		
0.077951998	7.7951998	844.7951998		
-0.244739935	-24.4739935	812.5260065		
-0.488428096	-48.8428096	788.1571904		
-0.604751342	-60.4751342	776.5248658		
-0.578325634	-57.8325634	779.1674366		
-0.443067459	-44.3067459	792.6932541		
-0.243079215	-24.3079215	812.6920785		
-0.010573223	-1.0573223	835.9426777		
0.205924324	20.5924324	857.5924324		
0.356850637	35.6850637	872.6850637		
0.419862142	41.9862142	878.9862142		
0.382456118	38.2456118	875.2456118		
0.249020718	24.9020718	861.9020718		
0.063725762	6.3725762	843.3725762		
-0.108493094	-10.8493094	826.1506906		
-0.197917927	-19.7917927	817.2082073		

Gambar 20 Tabulasi data permanen BIG untuk menentukan muka surutan/ chart datum

Data permanen BIG nilai elevasi air laut hasil pengolahan *matlab* (*T-tide V1.3beta*) dalam satuan meter (m) dirubah ke satuan centimeter (cm). setelah itu data pada (kolom 2) ditambahkan *So* (*MSL*) hasil pengolahan sebesar **837** cm, menghasilkan data baru selama satu tahun(kolom 3). Muka surutan / chart datum diperoleh dari data baru (kolom 3) tersebut dicari nilai terendah (minimum) elevasi air selama 1 tahun yaitu sebesar **659.5293804** cm. dengan demikian *Zo* menurut Data permanen BIG tersebut adalah *So* (*MSL*) dikurangi nilai terendah data pada kolom 4, dengan nilai $837 - 659.5293804$ cm = **177.4706196** cm.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A Kesimpulan

Dari hasil pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil dalam skripsi ini adalah:

1. Berdasarkan pengolahan data pasang surut Perairan Kalabahi selama 1 tahun saat terjadi fenomena *supermoon* nilai muka surutannya sebesar **659** cm, dengan nilai *MSL* / duduk tengah sebesar **837** cm maka diperoleh nilai *Zo* adalah **177** cm
2. Konstanta yang signifikan dari data temporal Pushidrosal dan data permanen BIG berjumlah **8**, hal ini menunjukkan konstanta – konstanta tersebut adalah konstanta yang mempengaruhi *supermoon* berdasarkan amplitudo yang signifikan, yaitu **O1, NO1, P1,K1, N2, M2, S2, K2.**

3. berdasarkan hasil pengolahan data grafis pasang surut temporal Pushidrosal dan data permanen BIG, dapat ditentukan bahwa fenomena *supermoon* di Perairan Kalabahi terjadi **tanggal 5 Desember 2017 pukul 17.00 UTC.**

B. Saran

Berdasarkan hasil pengolahan disertai dengan batasan-batasan yang ada, beberapa saran yang diajukan adalah sebagai berikut:

- a. Nilai muka surutan peta perairan Kalabahi atau peta laut no 394, yang telah ditetapkan oleh Pushidrosal sebesar 14 dm dibawah duduk tengah survei tahun 2016 dapat ditinjau kembali karena berdasarkan hasil perhitungan data permanen BIG muka surutan pada saat terjadi fenomena *supermoon* adalah 17,7 dm di bawah duduk tengah.
- b. Informasi spasial peta laut no 394 khususnya angka kedalaman yang di tetapkan dari muka surutan peta apabila mengacu pada hasil muka surutan pengolahan data permanen BIG dapat digunakan dengan aman untuk pelayaran maupun kepentingan lainnya.

C. Daftar Pustaka

- Widyantoro, Bayu triyogo.(2014). karakteristik pasang surut laut di indonesia, Jurnal Ilmiah Geomatika Vol.20 No.1.
- Yogaswara, Gerdha Muhamad. (2010). *Pola Arus Permukaan di Perairan Pulau Tidung*, JURNAL

OSEANOGRAFI, Volume 5,
Nomor 2

- Kurniawan, Cecep.(2012). Penerapan *Lowest Astronomical Tide* Pendekatan dalam penentuan titik dasar (studi kasus Tanjung Datu, Kalimantan Barat), Tugas Akhir, STTAL jurusan Teknik Hidrografi, Jakarta
- Supriyono. (2013) Analisa dan perhitungan prediksi pasang surut menggunakan metode *Admiralty* dan metode *Least square*. Tugas Akhir, STTAL jurusan Teknik Hidrografi, Jakarta
- Kuncoro. (2013). Analisa Penentua *Lowest Astronomical Tide (LAT)* berbasisan lama waktu pengamatan (studi kasus perairan Benoa). Tugas Akhir, STTAL jurusan Teknik Hidrografi, Jakarta
- Jamalludin. (2016). Identifikasi banjir rob periode 2013 – 2015 di kawasan pantai Utara Jakarta. Tugas Akhir, STTAL jurusan Teknik Hidrografi, Jakarta
- Rawi, S. (1985). Pasang surut, Diktat Kuliah Pendidikan Survei Laut Rekayasa, ITB-BAKOSURTANAL.
- Dronkers, J.J. (1964). Tidal Computation : in River Coastal Water. Noerth Holand Publishing. Amsterdam.*
- Poerbandono dan Djunarsiah, E. (2005). Survei Hidrografi,refika aditama, Bandung.
- Haryono & Narni,S.(2004). Karakteristik pasang surut laut di pulau jawa, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Rawi,S. (2012). Kuliah umum tentang teori pasang surut. STTAL, Jakarta
- Pugh, D. T.(1987). Tides, Surges and mean sea level. John wiles and Sons*
- Ingham. (1975). Sea Surveying, Department of land surveying, North East London Politectic.*
- Smith, Yvette (2011) "Goddard's chief scientist talks about the supermoon phenomenon, [Https://id.m.wikipedia.org](https://id.m.wikipedia.org)*
- Wolchover,(2011),NASA. Diakses tanggal 12-03-2011*
- Wijoseno, Gagah.(2011). Gempa jepang 8,9 SR dan fenomena *supermoon*. [Https://id.m.wikipedia.org](https://id.m.wikipedia.org)
- Campbell, Hank. (2011). Japanese Earthquake Cause Supermoon Concern. [Https://id.m.wikipedia.org](https://id.m.wikipedia.org)*
- Badan Meteorologi dan klimatologi Geofisika. (2018). Fenomena Trilogi supermoon, Waspada "rob" di awal tahun 2018. <http://www.bmkg.go.id>

D. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada institusi pushidrosal dan Badan Informasi Geospasial (BIG) yang telah menyediakan data untuk digunakan dalam penelitian ini.