

PEMBUATAN *CO-TIDAL CHART* DI WILAYAH UTARA PROVINSI SULAWESI UTARA DAN GORONTALO

(Generating Cotidal Chart in North Region of North Sulawesi and Gorontalo Province)

Andri Daniel Parapat, Wahyudi Nugraha, Dewi Sekar Arum, dan Eva Novita

Pusat Pemetaan Kelautan dan Lingkungan Pantai Badan Informasi Geospasial

Jl. Raya Jakarta-Bogor KM 46 Cibinong 16911 Jawa Barat, Indonesia

E-mail: andri.daniel@big.go.id

ABSTRAK

Pasang surut merupakan fenomena naiknya permukaan laut yang dipengaruhi gaya gravitasi matahari dan bulan. Pengetahuan mengenai pasang surut ini sangat penting untuk mendukung kegiatan maritim terlebih Indonesia yang dikenal dengan Negara kepulauan. Fenomena pasang surut bisa dibuat dalam bentuk peta *co-tidal*. Studi mengenai *co-tidal chart* sudah pernah dilakukan sebelumnya di beberapa daerah perairan di Indonesia, yaitu studi *co-tidal chart* di perairan Pulau Sebatik di Kalimantan Timur oleh Sihaloho (2005), studi perairan Indonesia oleh Prayoga (2008), dan studi di perairan sekitar Pulau Jawa oleh Paradipta (2012), studi di perairan sumatera oleh Aviantoni (2014). Penelitian ini akan membuat *co-Tidal chart* menggunakan data komponen pasut Badan Informasi Geospasial (www.tides.big.go.id) dan juga melakukan ekstraksi data menggunakan Tidal Model Driver (TMD) dengan bantuan perangkat lunak Matlab. Selain itu juga digunakan data hasil 19 stasiun pasut di wilayah Utara Provinsi Sulawesi Utara dan Gorontalo sepanjang 750 km. Komponen harmonik pasut dihitung menggunakan metode *least square*. Komponen pasut yang digunakan pada penelitian ini yaitu M2, S2, O1, K1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai masing-masing komponen pasut tidak jauh berbeda pada pola *co-tidal* masing-masing komponen antara menggunakan hasil TMD dan model pasut BIG, selain itu nilai yang dihasilkan antar daerah juga tidak terlalu besar selisih nilai amplitudonya sedangkan dari data hasil pengolahan 19 stasiun pasut yang dilakukan pengukuran diperoleh nilai yang tidak jauh berbeda antar stasiun, hal ini dikarenakan pemasangan stasiun pasut yang digunakan dalam survei memiliki jarak yang dekat. Komponen M2 menjadi komponen yang memiliki pengaruh yang dominan.

Kata kunci: Co-Tidal, Pasang Surut, Komponen Harmonik

ABSTRACT

Tides are the rise and fall of sea level caused by the gravitational forces of moon and sun. The importance of monitoring the tides is useful to support maritime activities in Indonesia, that is well-known to the world as an archipelagic state. Tidal phenomena can be depicted into co-tidal chart. Studies about co-tidal chart have been done in some area in Indonesia, those are co-tidal chart study in Sebatik Island of East Kalimantan by Sihaloho (2005), co-tidal chart study by Prayoga (2008), in Java Area by Paradipta (2012) and Sumatera Area by Aviantoni (2014). This paper would describe the process to generate co-tidal chart using data from tidal component generated from tidal data of Badan Informasi Geospasial (www.tides.big.go.id) and data extraction from Tidal Model Driver (TMD) using Matlab software. Those data also compared to tidal data from 19 tides stations along 750 kilometers coastline of north Sulawesi Island. Tidal harmonic components used in this paper are M2, S2, O1, K1 and generated using least-square method. The result show that tidal components value between TMD and BIG tidal station are not much different, beside that, the amplitudo deviation value in the whole area are also not much different. Similiar with that, tidal components generated from insitu tidal observation in 19 station show similiar results since the location of the stations is close in distance. The component M2 is the most significant component among others.

Keywords: *co-tidal, tides, tidal harmonic components*

PENDAHULUAN

Pasang surut merupakan fenomena naiknya permukaan laut yang dipengaruhi gaya gravitasi matahari dan bulan. Pengetahuan mengenai fenomena pasang surut sangat penting untuk mendukung kegiatan maritim di Indonesia yang dikenal sebagai negara kepulauan. Disebutkan dalam Ray (2005) bahwa fenomena pasang surut di Indonesia merupakan salah satu yang paling kompleks di dunia karena geometri garis pantainya yang rumit, banyaknya pulau-pulau kecil,

banyaknya teluk yang sempit, dan pertemuan antara Samudera Hindia dan Pasifik. Fenomena pasang surut di suatu wilayah dapat dianalisis dari data hasil pengamatan pasang surut secara insitu, kemudian pengamatan data pasang surut dapat direpresentasikan dalam *co-tidal chart* atau peta pasut. *Co-tidal chart* dibuat berdasarkan garis-garis pasut laut yang memberikan informasi mengenai titik-titik yang mengalami air tinggi pada waktu bersamaan. *Co-tidal chart* terdiri dari *co-range chart* dan *co-phase chart*. Perbedaannya terletak pada komponen informasi yang disampaikan, *co-range chart* memberikan informasi mengenai titik-titik dengan amplitudo yang sama, sedangkan *co-phase chart* memberikan informasi mengenai titik-titik dengan fase yang sama. *Co-tidal chart* dapat memberikan gambaran kondisi pasang-surut di suatu wilayah yang nantinya dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan seperti navigasi laut, pembangunan wilayah pesisir pantai, penentuan batas laut, perikanan, pertambangan, dan lain sebagainya.

Penelitian tentang *co-tidal chart* telah dilakukan di beberapa wilayah di Indonesia. Beberapa diantaranya adalah penelitian tentang *co-tidal chart* di wilayah Pulau Sebatik, Kalimantan Timur oleh Sihaloho (2005) dan di sekitar wilayah perairan Jawa oleh Paradipta (2012). Aviantoni (2014) melakukan penelitian penentuan *co-tidal chart* di wilayah Pulau Sumatera. Dari hasil penelitiannya di Pulau Sumatera, didapatkan bahwa di bagian timur, utara dan selatan lebih rapat jika dibandingkan dengan bagian barat, dimana hal ini menunjukkan perambatan gelombang pasut yang lebih lambat di wilayah tersebut. Dari penelitiannya juga bisa didapat komponen pasut yang paling dominan, serta bisa memberikan rekomendasi jarak stasiun pasut yang ideal di wilayah tersebut.

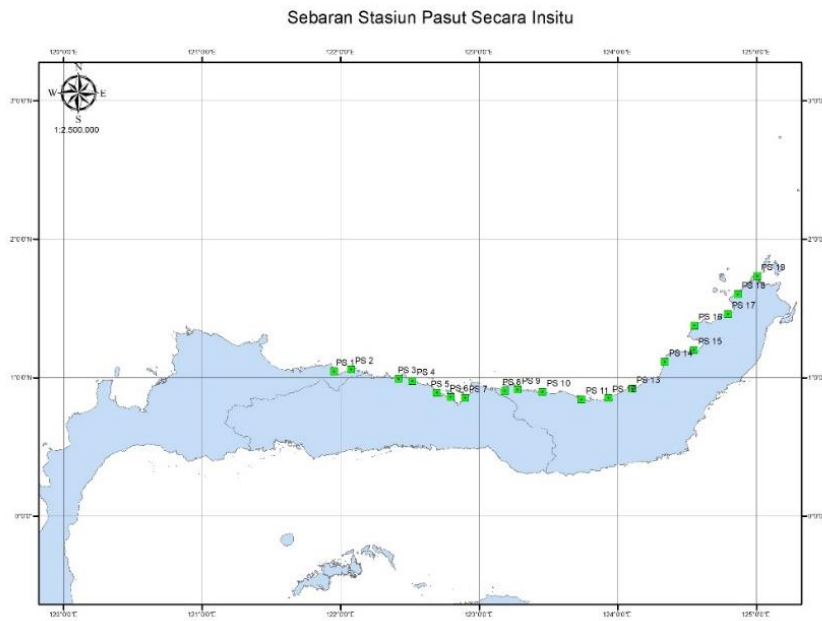
Penelitian ini dimaksudkan untuk memetakan komponen harmonik tersebut menjadi sebuah *co-tidal chart*. Dari *co-tidal chart* dapat diketahui kondisi pasang surut di area tersebut, sehingga dapat terlihat pola pasang surut di wilayah utara Pulau Sulawesi. Pada dasarnya pembuatan *co-tidal chart* bisa dimanfaatkan salah satunya untuk menganalisis kerapatan lokasi pengamatan stasiun pasut, sehingga apabila fase dan amplitudonya masih memiliki karakteristik yang relatif sama, maka cukup melakukan pengamatan di satu stasiun saja, akan tetapi pada tulisan ini hanya sampai pembuatan *co-tidal chart* dan membandingkan komponen pasut hasil model dengan data pengamatan. Sulawesi bagian utara dipilih karena pada area tersebut pada tahun 2017 dilakukan pengamatan pasang surut sebanyak 19 (sembilan belas) stasiun. Dari penelitian ini juga ingin membandingkan data komponen pasut yang diperoleh dari model global dalam penelitian ini menggunakan Model TPXO9.1 dengan komponen pasut yang dihasilkan oleh Badan Informasi Geospasial dan akan dibandingkan dengan komponen pasut yang diperoleh dari survei langsung.

METODE

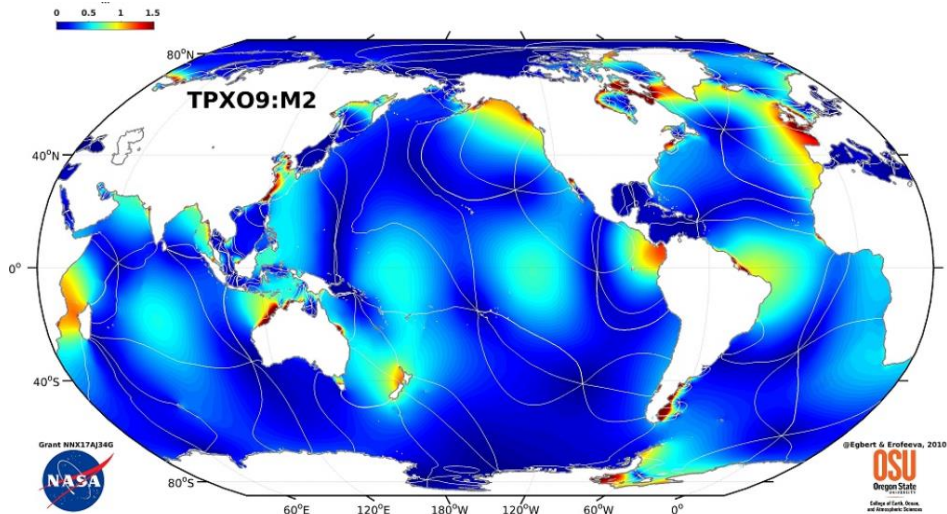
Data yang digunakan dalam proses pembuatan *co-tidal chart* dalam tulisan ini berasal dari beberapa sumber. Pada tahun 2017 dilaksanakan pengamatan pasang-surut di beberapa titik di wilayah utara Sulawesi secara insitu dengan menggunakan AWLR (*Automatic Water Level Recorder*) untuk keperluan penentuan garis pantai di wilayah tersebut. AWLR yang digunakan merekam data dalam interval 5 (lima) menit dengan waktu pengamatan minimal selama 30 (tiga puluh) hari dengan waktu pengamatan dibagi 2 (dua) sesi untuk sesi pertama mulai bulan Agustus sampai Oktober dan sesi kedua Oktober sampai Desember. Sebaran stasiun pengamatan pasut yang digunakan dalam penyusunan tulisan ini dapat dilihat pada **Gambar 1**.

Dalam tulisan ini juga digunakan model pasut Global TPXO9.1 yang dikembangkan oleh Egbert, Bennett, dan Foreman (1994) dan Egbert and Erofeeva (2002). Model pasut global ini menggunakan persamaan Laplace dan data satelit altimetri, dengan memperhitungkan logika *least-square*. Model ini dipilih karena mencakup daerah survei dan pada model ini data batimetri yang digunakan diperbarui dan mengasimilasi lebih banyak data dibandingkan dengan versi sebelumnya. Contoh model TPXO9.1 untuk komponen M2 ditampilkan dalam **Gambar 2**.

Model ini ditampilkan melalui TMD (*Tides Model Driver*) melalui program Matlab, dan merupakan model global pasang surut yang dirangkum dari hasil pengamatan muka air laut sejak tahun 2003 sampai dengan 2014. *Graphical User Interface* (GUI) dari model TPXO9.1 yang ditampilkan dalam TMD dapat dilihat pada **Gambar 3**. Data lain yang digunakan adalah komponen dari pemodelan data pengamatan stasiun pasut BIG. Sebaran stasiun pasut BIG ditampilkan dalam **Gambar 4**.

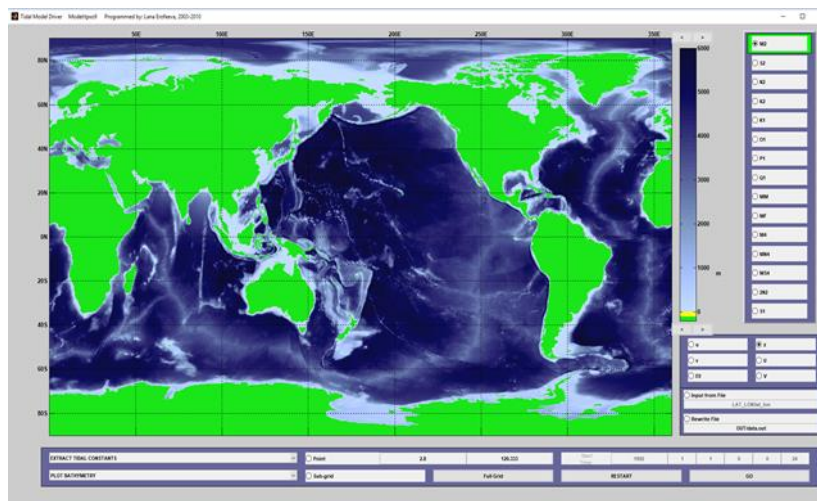


Gambar 1. Sebaran stasiun pengamatan pasut di wilayah utara Pulau Sulawesi.

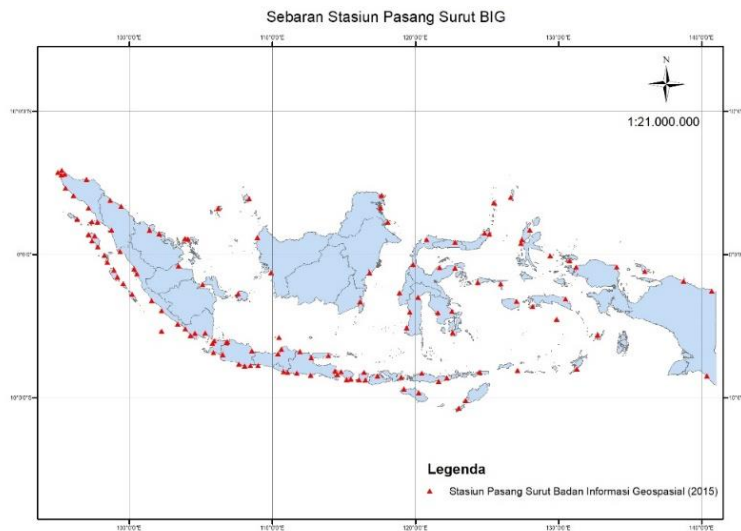


Sumber: <http://volkov.oce.orst.edu/tides/global.html>

Gambar 2. Model TPX09.1 untuk Komponen Harmonik M2.



Gambar 3. GUI model TPX09.1



Sumber: Pusat Pemetaan Jaringan Kontrol Geodesi dan Geodinamika - BIG
Gambar 4. Sebaran stasiun pasut BIG.

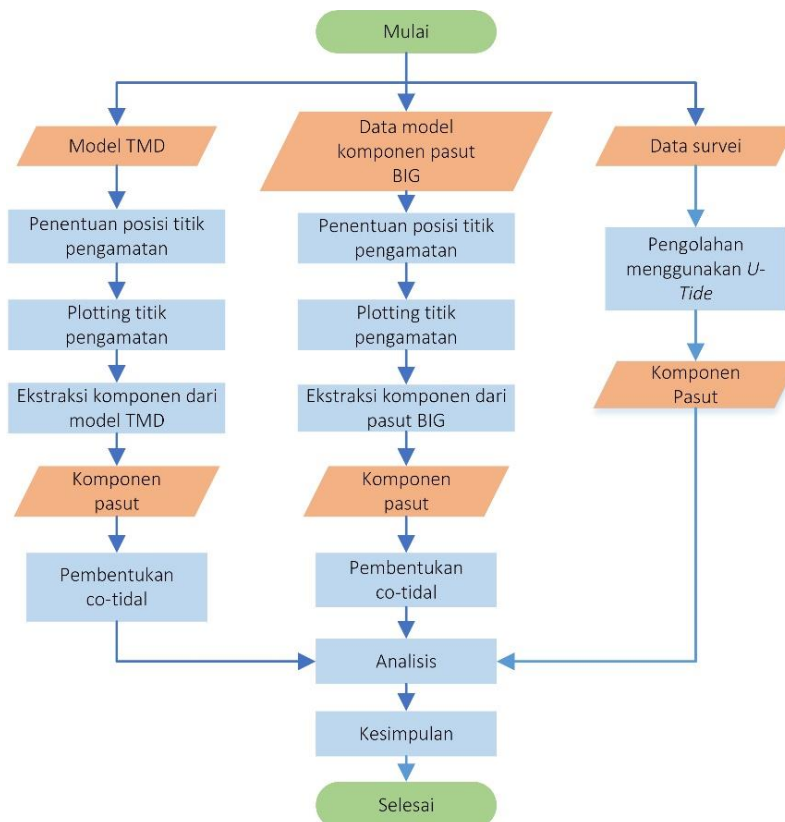
Ketiga sumber data tersebut menghasilkan beberapa komponen harmonik, namun yang digunakan untuk penelitian ini adalah empat komponen harmonik utama yaitu M2, S2, O1, K1. Komponen-komponen pasut tersebut masing-masing memiliki periode dan fenomena yang mempengaruhi ketinggian muka air laut. Komponen-komponen harmonik pasut utama akan ditunjukkan pada **Tabel 1**. Diagram alir dari penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 5**.

Tabel 1. Komponen harmonik pasut utama.

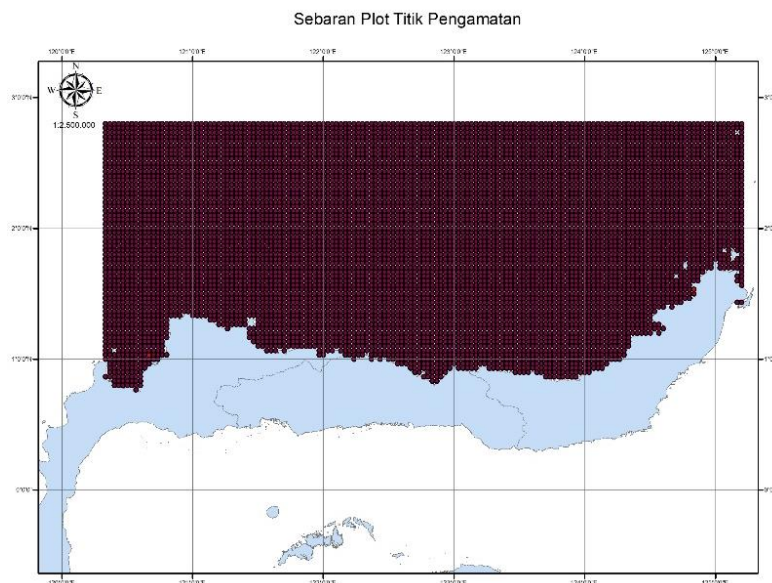
JENIS	NAMA KOMPONEN	PERIODA (jam)	FENOMENA
Semi-diurnal	M2	12,42	Gravitasi bulan dengan orbit lingkaran dan sejajar ekuator bumi
	S2	12,00	Gravitasi matahari dengan orbit lingkaran dan sejajar ekuator bumi
Diurnal	K1	23,93	Deklinasi sistem bulan dan matahari
	O1	25,82	Deklinasi bulan

Sumber: Poerbandono & Djunarsjah (2005)

Langkah pertama adalah mengkonversi data komponen pasut BIG dari format *.nc menjadi geotiff, yang selanjutnya dikonversi menjadi titik pengamatan sehingga didapat sebaran titik dengan interval jarak 4 kilometer di sepanjang pesisir utara Pulau Sulawesi. Dari hasil plot titik, didapat sejumlah 7.635 titik. Sedangkan untuk model pasut TPX09.1, koordinat titik pengamatan disesuaikan dengan data yang dihasilkan dari data pasut BIG. Koordinat titik-titik tersebut kemudian diinput ke dalam program TMD, dengan menggunakan sistem koordinat WGS 1984. Sebaran titik pengamatan dapat dilihat pada **Gambar 6**. Dari program TMD akan diperoleh nilai amplitudo dan fase dari komponen pasut yang dibutuhkan, dalam tulisan ini menggunakan 4 komponen pasut utama yaitu M2, S2, K1, dan O1. Nilai-nilai komponen pasut tersebut ditampilkan dalam **Tabel 2**.



Gambar 5. Diagram alir pembuatan *co-tidal chart*.



Gambar 6. Sebaran titik pengamatan.

Dari program TMD akan diperoleh nilai amplitudo dan fase dari komponen pasut yang dibutuhkan, dalam tulisan ini menggunakan 4 komponen pasut utama yaitu M2, S2, K1, dan O1. Nilai-nilai komponen pasut tersebut ditampilkan dalam **Tabel 2**. Sedangkan untuk hasil pengamatan pasut secara insitu, diolah untuk menghasilkan komponen pasut dengan menggunakan *script U-Tide* dengan program Matlab. Komponen pasut dapat dilihat pada **Tabel 3**. Langkah selanjutnya adalah pembentukan *co-tidal chart* yang dilakukan dengan *software ArcGIS 10.3* dengan menggunakan nilai komponen pasut hasil TMD dan model pasut BIG. Sementara data komponen pasut hasil pengukuran digunakan sebagai data pembandingan.

Tabel 2. Komponen pasut hasil TMD.

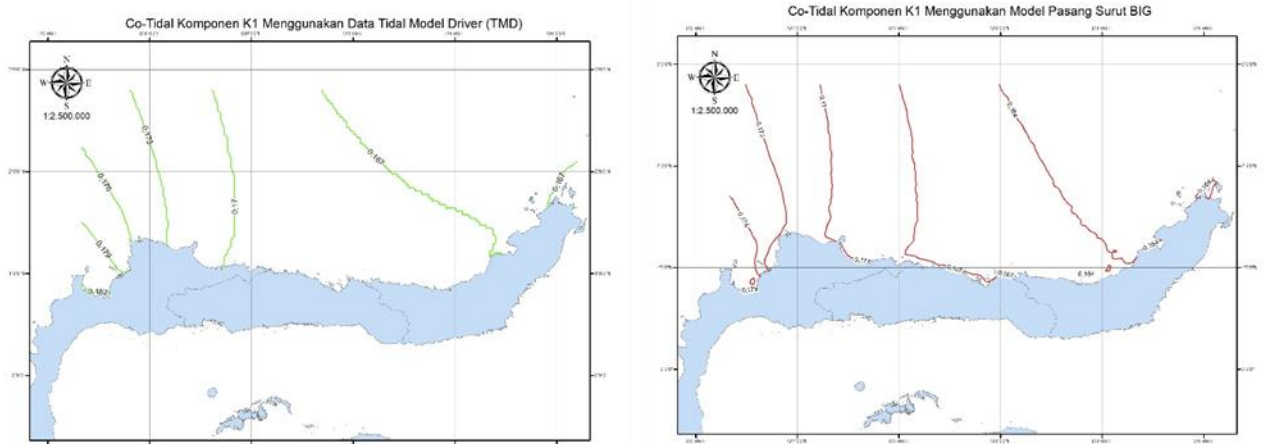
Lintang	Bujur	Komponen	Amplitudo	Fase
2,8	120,333	m2	0,6342	285,18
2,8	120,333	s2	0,3944	324,21
2,8	120,333	k1	0,1747	144,56
2,8	120,333	o1	0,1392	124,33
2,8	120,367	m2	0,6343	285,20
2,8	120,367	s2	0,3942	324,22
2,8	120,367	k1	0,1746	144,48
2,8	120,367	o1	0,1391	124,28
2,8	120,400	m2	0,6345	285,22
2,8	120,400	s2	0,3940	324,23
2,8	120,400	k1	0,1745	144,40
2,8	120,400	o1	0,1391	124,24
2,8	120,433	m2	0,6346	285,23
2,8	120,433	s2	0,3938	324,25
2,8	120,433	k1	0,1744	144,32
2,8	120,433	o1	0,1390	124,19
2,8	120,467	m2	0,6347	285,25
2,8	120,467	s2	0,3936	324,26
2,8	120,467	k1	0,1743	144,24
2,8	120,467	o1	0,1389	124,15
2,8	120,500	m2	0,6348	285,27

Tabel 3. Komponen Pasut Hasil Pengamatan.

STASIUN	Easting	Northing	LOKASI	K1	M2	S2	O1
Pasut 1	1° 02' 42" N	121° 57' 15" E	Pelabuhan Paleleh	0,134	0,607	0,416	0,158
Pasut 2	1° 03' 36" N	122° 04' 33" E	Pantai Lilito (bagan)	0,232	0,597	0,133	0,195
Pasut 3	0° 59' 30" N	122° 25' 04" E	Pantai Bulontio (bagan)	0,111	0,612	0,438	0,140
Pasut 4	0° 58' 41" N	122° 31' 11" E	Pantai Deme II (bagan)	0,114	0,617	0,433	0,130
Pasut 5	0° 53' 26" N	122° 41' 49" E	Pantai Monano (bagan)	0,195	0,550	0,353	0,139
Pasut 6	0° 51' 33" N	122° 47' 40" E	Pelabuhan Anggrek	0,115	0,623	0,432	0,115
Pasut 7	0° 51' 14" N	122° 53' 52" E	Pelabuhan Kwandang	0,113	0,624	0,433	0,114
Pasut 8	0° 54' 25" N	123° 11' 10" E	Pelabuhan Tj, Sidupa	0,226	0,512	0,273	0,007
Pasut 9	0° 54' 50" N	123° 16' 43" E	Pantai Kuala	0,156	0,619	0,390	0,121
Pasut 10	0° 53' 47" N	123° 27' 28" E	Pantai Bintauna	0,187	0,624	0,361	0,119
Pasut 11	0° 50' 35" N	123° 44' 31" E	Pantai Pangi	0,202	0,605	0,363	0,091
Pasut 12	0° 51' 17" N	123° 56' 05" E	Pelabuhan Labuan Uki	0,219	0,588	0,335	0,097
Pasut 13	0° 55' 09" N	124° 06' 24" E	Pantai Inobonto	0,211	0,569	0,340	0,107
Pasut 14	1° 06' 50" N	124° 20' 26" E	Pantai Boyongpante	0,263	0,582	0,314	0,116
Pasut 15	1° 11' 57" N	124° 33' 04" E	Pelabuhan Amurang	0,290	0,587	0,337	0,116
Pasut 16	1° 22' 41" N	124° 33' 17" E	Pantai Arakan	0,261	0,569	0,335	0,121
Pasut 17	1° 27' 38" N	124° 47' 45" E	Malalayang Manado	0,267	0,530	0,316	0,131
Pasut 18	1° 36' 07" N	124° 52' 03" E	Dermaga Resort Cocotinos	0,224	0,575	0,256	0,151
Pasut 19	1° 44' 02" N	125° 00' 33" E	Dermaga Pelabuhan Bakamla	0,231	0,540	0,298	0,138

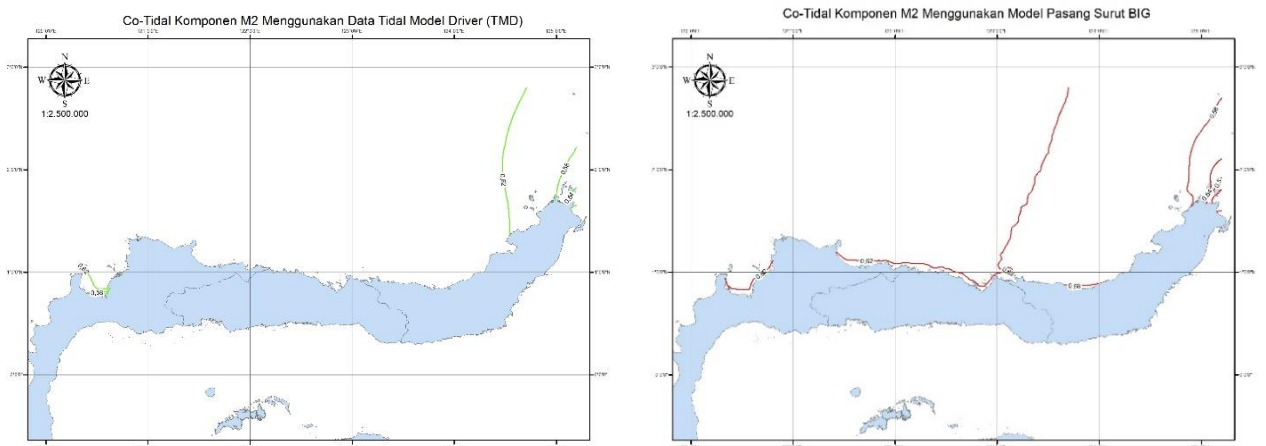
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada **Gambar 7** menunjukkan tinggi nilai amplitudo komponen K1 antara menggunakan TMD dan pasut BIG. Secara garis besar, *range* perbedaan nilai komponen pada daerah pengamatan tidak terlalu jauh. Untuk hasil menggunakan TMD, nilai amplitudonya berkisar antara 0,182 m di ujung barat dan 0,167 m di ujung timur wilayah penelitian. Sedangkan untuk hasil dari pasut BIG, nilai amplitudonya berkisar antara 0,179 m di ujung barat sampai 0,164 m di ujung timur wilayah penelitian.



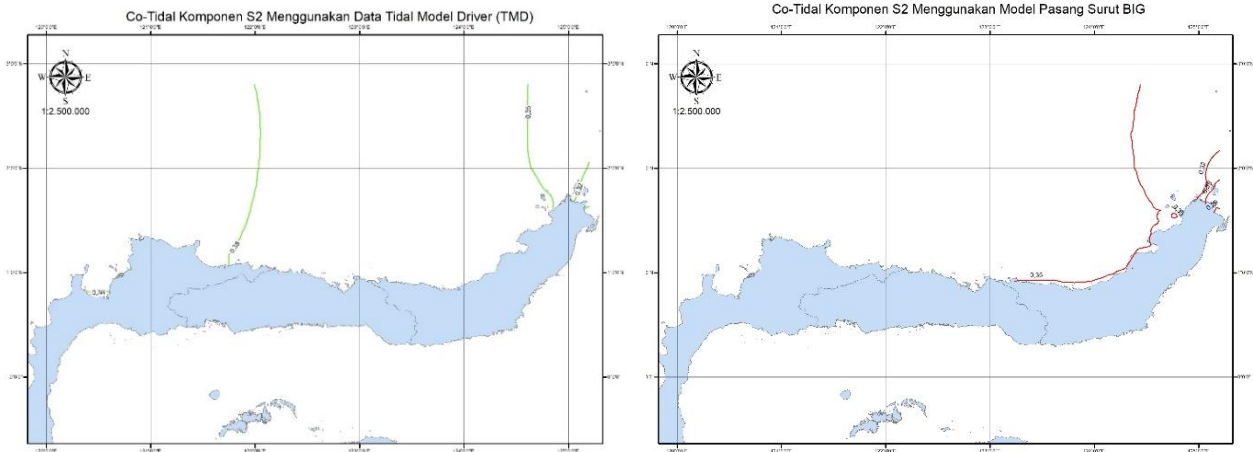
Gambar 7. Co-Tidal chart komponen K1.

Pada **Gambar 8** menunjukkan tinggi nilai amplitudo komponen M2 antara menggunakan TMD dan pasut BIG. Untuk hasil menggunakan TMD, nilai amplitudonya berkisar antara 0,580 m di ujung barat dan 0,540 m di ujung timur wilayah penelitian. Sedangkan untuk hasil dari pasut BIG, nilai amplitudonya berkisar antara 0,620 m di ujung barat sampai 0,500 m di ujung timur wilayah penelitian. Jika dibandingkan dengan komponen lain, nilai M2 merupakan nilai dengan amplitudo terbesar dibandingkan dengan 3 komponen utama lainnya.



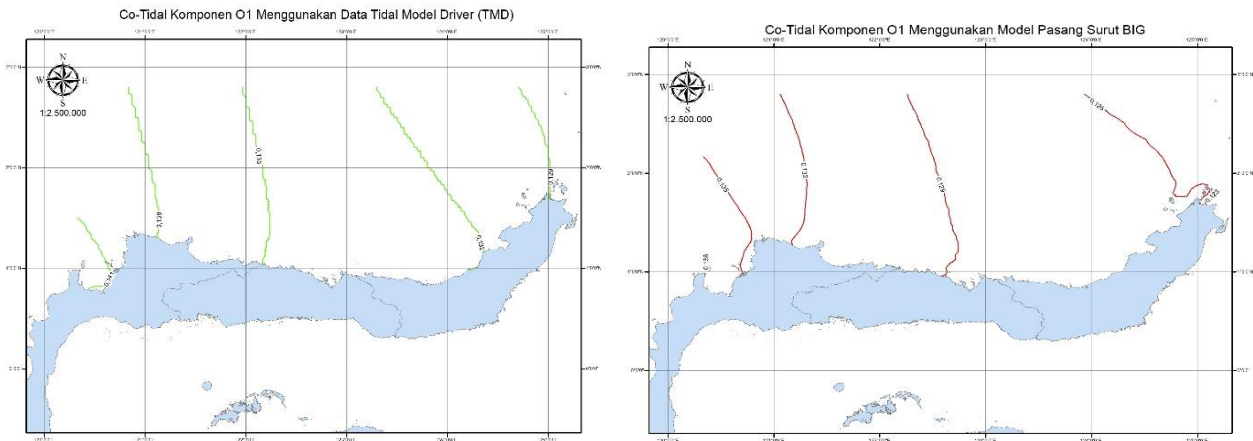
Gambar 8. Co-tidal chart komponen M2.

Pada **Gambar 9** menunjukkan tinggi nilai amplitudo komponen S2 antara menggunakan TMD dan pasut BIG. Untuk komponen ini, *range* perbedaan nilai komponen pada daerah pengamatan juga tidak terlalu jauh selisihnya. Untuk hasil menggunakan TMD, nilai amplitudonya berkisar antara 0,380 m di ujung barat dan 0,320 m di ujung timur wilayah penelitian. Sedangkan untuk hasil dari pasut BIG, nilai amplitudonya berkisar antara 0,350 m di ujung barat sampai 0,280 m di ujung timur wilayah penelitian.



Gambar 9. Co-tidal chart komponen S2.

Pada Gambar 10 menunjukkan tinggi nilai amplitudo komponen O1 antara menggunakan TMD dan pasut BIG. Secara garis besar, range perbedaan nilai komponen pada daerah pengamatan juga tidak terlalu jauh. Untuk hasil menggunakan TMD, nilai amplitudonya berkisar antara 0,141 m di ujung barat dan 0,129 m di ujung timur wilayah penelitian. Sedangkan untuk hasil dari pasut BIG, nilai amplitudonya berkisar antara 0,138 m di ujung barat sampai 0,123 m di ujung timur wilayah penelitian.



Gambar 10. Co-tidal chart Komponen O1.

Perbandingan nilai Komponen Hasil menggunakan TMD data model pasut BIG dan hasil pengukuran di 19 Stasiun ditampilkan dalam Tabel 4.

Tabel 4, Perbandingan Nilai Komponen dari Semua Sumber Data,

Perbandingan Nilai komponen				
Stasiun Pasut	Komponen	TMD	BIG	Pengukuran
Pasut 1	K1	0,169	0,169	0,134
	O1	0,135	0,129	0,158
	M2	0,633	0,596	0,607
	S2	0,378	0,352	0,416
Pasut 2	K1	0,169	0,168	0,232
	O1	0,135	0,129	0,195
	M2	0,633	0,609	0,597
	S2	0,377	0,357	0,133
Pasut 3	K1	0,168	0,167	0,111
	O1	0,134	0,129	0,14
	M2	0,632	0,602	0,612
	S2	0,373	0,353	0,438
Pasut 4	K1	0,168	0,167	0,114
	O1	0,134	0,129	0,13
	M2	0,632	0,604	0,617
	S2	0,372	0,354	0,433
Pasut 5	K1	0,167	0,169	0,195
	O1	0,134	0,128	0,139

	M2	0,630	0,595	0,55		S2	0,362	0,338	0,335	
	S2	0,371	0,350	0,353		K1	0,167	0,165	0,211	
Pasut 6	K1	0,167	0,169	0,115	Pasut 13	O1	0,132	0,127	0,107	
	O1	0,133	0,128	0,115		M2	0,623	0,580	0,569	
	M2	0,630	0,599	0,623		S2	0,361	0,341	0,34	
	S2	0,370	0,352	0,432			K1	0,163	0,167	0,263
		K1	0,167	0,167		0,113	Pasut 14	O1	0,132	0,127
Pasut 7	O1	0,133	0,128	0,114	M2	0,622		0,60	0,582	
	M2	0,630	0,600	0,624	S2	0,36		0,349	0,314	
	S2	0,369	0,353	0,433		K1	0,166	0,164	0,29	
		K1	0,167	0,166	0,226	Pasut 15	O1	0,131	0,127	0,116
Pasut 8	O1	0,133	0,127	0,07	M2		0,621	0,550	0,587	
	M2	0,629	0,596	0,512	S2		0,358	0,328	0,337	
	S2	0,367	0,349	0,273		K1	0,166	0,163	0,261	
		K1	0,167	0,166	0,156	Pasut 16	O1	0,131	0,127	0,121
Pasut 9	O1	0,133	0,127	0,121	M2		0,619	0,60	0,569	
	M2	0,628	0,596	0,619	S2		0,35	0,34	0,335	
	S2	0,366	0,348	0,39			K1	0,166	0,163	0,267
		K1	0,167	0,166	0,187	Pasut 17	O1	0,130	0,127	0,131
Pasut 10	O1	0,133	0,127	0,119	M2		0,60	0,57	0,53	
	M2	0,627	0,585	0,624	S2		0,35	0,33	0,316	
	S2	0,365	0,343	0,361			K1	0,166	0,163	0,224
		K1	0,167	0,166	0,202	Pasut 18	O1	0,130	0,127	0,151
Pasut 11	O1	0,132	0,127	0,091	M2		0,588	0,60	0,575	
	M2	0,625	0,576	0,605	S2		0,34	0,34	0,256	
	S2	0,363	0,339	0,363			K1	0,167	0,165	0,231
		K1	0,167	0,165	0,219	Pasut 19	O1	0,129	0,126	0,138
Pasut 12	O1	0,132	0,127	0,097	M2		0,57	0,54	0,54	
	M2	0,624	0,574	0,588	S2		0,33	0,31	0,298	

Dari **Tabel 4** dapat dilihat komponen K1 selisih antara model menggunakan TMD dan maupun BIG dengan hasil pengukuran paling besar terjadi pada pasut 15, Untuk komponen M2 selisih antara model menggunakan TMD dan maupun BIG dengan hasil pengukuran paling besar terjadi pada pasut 8, Untuk komponen O1 selisih antara model menggunakan TMD dengan hasil pengukuran paling besar terjadi di pasut 8 dan BIG dengan hasil pengukuran paling besar terjadi pada pasut 2, Sedangkan komponen S2 selisih antara model menggunakan TMD dan maupun BIG dengan hasil pengukuran paling besar terjadi pada pasut 2,

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan Komponen pasut M2 adalah komponen pasut yang paling dominan karena komponen pasut M2 memiliki nilai amplitudo yang paling tinggi dibandingkan dengan komponen pasut yang lain untuk peta *co-tidal* amplitudo antara menggunakan TMD dan BIG memiliki pola yang sama untuk semua komponen. Selisih nilai komponen model menggunakan TMD maupun BIG dibandingkan dengan data pengukuran secara garis besar tidak terlalu signifikan kecuali pada pasut 2 untuk komponen S2 sebesar 0,224. Dari hasil perbandingan dua data model pasut BIG dan TMD dengan data pengamatan, didapatkan rata-rata selisih nilai amplitudo sebesar 2-5 cm untuk keempat komponen. Data dua model pasut sudah dapat dijadikan sebagai acuan dalam pembuatan *co-tidal chart* untuk mengetahui perbedaan nilai amplitudo di wilayah Indonesia. Data model pasut BIG memiliki kecenderungan yang lebih menyerupai dengan hasil yang didapat dari data pengamatan pasut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada semua rekan-rekan Pusat Pemetaan Kelautan dan Lingkungan Pantai untuk data pasut di wilayah Provinsi Gorontalo dan Sulawesi Utara dan Pusat Pemetaan Jaring Kontrol dan Dinamika untuk informasi sebaran stasiun pasut Badan Informasi Geospasial, dan kepada bapak Dr. Ibnu Sofian dalam menyediakan data komponen pasut di Indonesia yang digunakan pada tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z. (2001). *Geodesi Satelit*. PT Pradnya Paramita. Jakarta.
- Anzenhofer, Michael, C., K. Shum, dan Mathias Rentsch. (1999). *Coastal Altimetry and Applications*, Report No, 464, Columbus, Ohio: Geodetic and Geoinformation Science, The Ohio State University.
- Aviantoni, J, (2014), *Pemetaan Co-tidal di Perairan Pulau Sumatera untuk Analisis Kerapatan Stasiun Pasut dari Data Model Pasut Global*, Skripsi Program Studi Sarjana Teknik Geodesi dan Geomatika Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Egbert, Gary D., and Svetlana Y, Erofeeva,(2002), *"Efficient inverse modeling of Barotropic Ocean tides,"* Journal of Atmospheric and Oceanic Technology 19,2: 183-204.
- Fu, Lee-Lueng, dan Anny Cazenave, (2001), *Satellite Altimetry and Earth Science*, Academic Press.
- Gumelar,J,, Sasmito,, & Amarrohman,F,J, (2016), *Analisis Harmonik Dengan Menggunakan Teknik Kuadrat Terkecil Untuk Penentuan Komponen-Komponen Pasut di Wilayah Laut Selatan Pulau Jawa Dari Satelit Altimetri Topex/Poseidon dan Jason-1*,Jurnal Geodesi Undip Volume 5,194–203.
- Paradipta, T, H, (2013), *Pembuatan Peta Co-Tidal dan Co-Range di Perairan Pulau Jawa Untuk Analisis Kerapatan Stasiun Pasut Dari Data Model Pasut Global*, Skripsi Program Studi Sarjana Teknik Geodesi dan Geomatika Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Pradipta, G, Y, (2012), *Pemetaan Chart Datum Dengan Pendekatan Model Pasang Surut Global TPXO 7,1 (studi wilayah: Provinsi Jawa Barat)*, Skripsi Program Studi Sarjana Teknik Geodesi dan Geomatika Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Poerbandono dan Djunarsjah. (2005). *Survei Hidrografi*. Reksa Aditama. Bandung.
- Prayoga, G, A, (2009), *Pembuatan Co-Tidal Chart Perairan Indonesia Untuk Keperluan Navigasi*, Skripsi Program Studi Sarjana Teknik Geodesi dan Geomatika Institut Teknologi Bandung, Bandung,
- Ray, Gary D, Egbert, and Svetlana Y, Erofeeva, (2005), *"A Brief Overview of Tides in the Indonesian Seas,"* Oceanography, Volume 18, Number 4, a quarterly journal of The Oceanography Society.
- Sihaloho, P, (2005), *Pembuatan Cotidal Chart Perairan Pulau Sebatik Kalimantan Timur*, Skripsi Program Studi Sarjana Teknik Geodesi Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.