

**PENGUKURAN MUKA AIR LAUT
DENGAN SISTEM TELEMETRI MENGGUNAKAN ALAT
LUWES (*LIVE UNINTERRUPTED WATER SENSOR*)
STUDI KASUS TELUK JAKARTA**

Jamesron Pandiangan¹, Dian Adrianto², Luddy Andreas D³, Ahmad Lufti Ibrahim⁴

¹Mahasiswa Program Studi D3 Teknik Hidro-Oseanografi, STTAL

²Dosen Pengajar Prodi S1 Hidrografi, STTAL

³Peneliti dari Dinas Hidro-Oseanografi, TNI-AL

⁴Dosen Pengajar Prodi D-III Hidro-Oseanografi, STTAL

ABSTRAK

LUWES (Live Uninterrupted Water Sensor) adalah alat pencatat elevasi muka air laut yang sensornya dipasang dipermukaan air laut dengan ketinggian tertentu dengan metode gelombang *ultrasonic*. Alat *LUWES* dimiliki PUSHIDROSAL (Pusat Hidrografi Dan Oseanografi TNI Angkatan Laut) dipergunakan untuk mencatat data pasang surut dimodifikasi sebagai pencatat gelombang permukaan air laut dengan frekuensi 6 hertz atau enam kali pengukuran dalam 1 detik. Pengamatan pasang surut dibandingkan dengan 3 (tiga) stasiun berada di Teluk Jakarta dari pada data gelombangnya.

Dari penelitian diperoleh alat *LUWES* yang dimodifikasi untuk pengukuran gelombang dapat mengukur pasang surut dengan menambahkan bahasa "*script* pemrograman alat" di dalam alat *data logger* serta menaikkan seri alat *sensor Maxbotix MB7363* menjadi *Maxbotix serie MB7386*. Hasil perhitungan data pengukuran pasang surut dari keempat stasiun relatif sesuai dengan tipe pasang surut harian tunggal. Masing-masing nilai bilangan *Formzal* keempat stasiun tersebut adalah stasiun Putri Duyung $F=4,24$, stasiun Marina $F=3,90$, stasiun BIG Pondok Dayung $F=4,24$ dan stasiun IOC Kolinlamil $F=3,79$.

Kata Kunci : Pasang Surut, Gelombang Air Laut, *Telemetri, Ultrasonic*.

ABSTRACT

LUWES (Live Uninterrupted Water Sensor) is a recording device that sea water level sensor mounted on the surface of the sea water with a certain height with ultrasonic wave method. *LUWES* is owned PUSHIDROSAL (Naval Hydrographic and Oceanographic Center) used to record data tidal wave is modified as registrar sea level frequency 6 Hertz or six measurements within 1 second. Tidal observation compared with three (3) stations located in Jakarta bay on the data wave.

The research shows that the modified LUWES tool for measurement can measure tidal wave by adding the language "script programming tool" in the tool data logger and raises a series of sensors Maxbotix MB7386 MB7363 be Maxbotix serie. The result of the calculation of tidal measurement data from four relatively station in accordance with the type of single daily tides. Each numerical value Formzal four stations are stations Mermaids $F = 4.24$, $F = 3.90$, Marina station, station Pondok Rowing BIG $F = 4.24$ and IOC stations Kolinlamil $F = 3.79$.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Terdapat beberapa metode dalam pengukuran fluktuasi muka air laut atau pasang surut yang perlu diperhatikan, diantaranya:

- a. Metode-metode dan alat-alat ukur yang berada di darat, seperti misalnya pengukuran visual, terbatas jangkauan ukurnya karena tidak mudah mendapatkan lokasi penempatan alat ukur yang sesuai serta kurang efisien untuk beberapa variasi pengukuran,
- b. Pengukuran di near atau surfzone pada umumnya menggunakan transmisi kabel baik untuk penyaluran data atau catu daya alat ukur.
- c. *Telemetry* digunakan untuk pengukuran berelokasi di daerah terbatas di laut dalam atau di lepas pantai. (Harlan, 2009)

Tidak semua kondisi memungkinkan suatu pengamatan langsung oleh peneliti. Dalam keadaan tertentu, pada keadaan lingkungan yang ekstrim atau pada suatu tempat yang jauh seringkali tidak dapat dilakukan

pengamatan/pengukuran secara langsung. Kendala pengukuran pada tempat yang tidak terjangkau tersebut dapat diatasi dengan menggunakan metode pengukuran jarak jauh (*telemetry*).

Telemetry merupakan suatu metode pengukuran yang dilakukan dari jarak yang relatif jauh. *Telemetry* sebenarnya adalah salah satu bentuk pengembangan teknologi telekomunikasi. Telekomunikasi sendiri dapat diartikan sebagai hubungan komunikasi jarak jauh dengan menggunakan sinyal-sinyal listrik. Unsur-unsur yang terdapat dalam telekomunikasi yaitu informasi (data), media komunikasi, jarak, metode komunikasi, dan waktu.

LUWES (Live Uninterrupted Water Sensor) merupakan alat pasang surut metode *telemetry* secara real time dimiliki PUSHIDROSAL (Pusat Hidro-Oseanografi TNI Angkatan Laut) dimodifikasi menjadi alat ukur gelombang, yang dapat mendukung kebijakan pemerintah mendukung industri pertahanan Indonesia dalam "Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2012 tentang Industri Pertahanan" dari kreativitas anak bangsa untuk pengembangan pengelolaan wilayah perairan di Indonesia

sebagai poros maritim. Kebutuhan serta perkembangan teknologi dalam kegiatan pengukuran muka air laut yang memiliki berbagai metode pengukuran langsung di lapangan.

Perumusan Masalah

Perumusan masalah dalam studi tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana mengetahui dan memahami alat *LWES* sebagai alat ukur pencatat pasang surut dimodifikasi sebagai alat ukur pencatat gelombang dengan frekuensi tinggi 6 hertz.
2. Bagaimana memahami karakteristik perbedaan alat ukur pencatat pasang surut menjadi alat gelombang.
3. Bagaimana memahami hasil data serta hasil processing untuk data pasang surut.

Batasan Masalah

Ruang lingkup pembahasan dari isi tugas akhir ini dibatasi pada hal-hal berikut:

- a. Penempatan alat *LWES* modifikasi terletak diperairan teluk Jakarta didermaga Putri Duyung Ancol dan alat ukur pencatat pasang surut terpasang didermaga Marine Jakarta Utara
- b. Verifikasi alat pasang surut penelitian dengan 3 (tiga) stasiun pasut yang berada perairan Teluk Jakarta yang dimiliki oleh Pushidrosal, BIG, dan IOC/UNESCO pada tanggal 27 Oktober 2015 - 10 November 2015.
- c. Studi tugas akhir ini melaksanakan proses utama verifikasi hasil data pasang surut dengan 3 (tiga) stasiun berada di Teluk Jakarta dan tidak menjelaskan data

gelombang atau grafik gelombang secara mendetail menggunakan alat *LWES*.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian tugas akhir ini memiliki manfaat antara lain:

- a. Memahami karakteristik pasang surut termodifikasi dari alat *LWES* menjadi alat gelombang.
- b. Memahami perbandingan data alat *LWES* termodifikasi dengan 3 (tiga) alat yang lain diperairan Teluk Jakarta.
- c. Memahami hasil pengolahan data pasang surut dari 4 (empat) stasiun yang dipasang diperairan Teluk Jakarta.
- d. Meng-overlay hasil pengolahan data pasang surut dari 4 (empat) stasiun yang dipasang diperairan Teluk alat pengukur gelombang air laut yang termodifikasi dari alat pasang surut.

Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian tugas akhir ini dapat digunakan sebagai referensi kegiatan penelitian atau kegiatan survei untuk mendapatkan data gelombang dengan satu alat yang dimodifikasi dengan alat ukur pencatat data pasang surut.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Pengambilan Data

Pengambilan data pasang surut (data primer) menggunakan alat *LWES*

dimodifikasi menjadi alat ukur pencatat data gelombang permukaan air laut dilaksanakan di Dermaga Putri Duyung perairan Ancol Jakarta Utara pada tanggal 27 Oktober 2015 sampai dengan tanggal 10 November 2015 dengan posisi koordinat $06^{\circ}07'12.69''\text{LS}$ - $106^{\circ}50'26.57''\text{BT}$. Data pembanding pasut diperoleh data sekunder dari 3 (tiga) dengan stasiun pembanding pertama stasiun pasut telemetri Pusdihidrosal Marina Ancol dengan koordinat $06^{\circ}07'04.95''\text{LS}$ - $106^{\circ}49'41.74''\text{BT}$, stasiun kedua dimiliki BIG (Badan Informasi Geospasial) yang berada di Dermaga Pondok Dayung DKI dengan koordinat $6^{\circ}5'48.00''\text{LS}$ - $106^{\circ}52'41.60''\text{BT}$ dan stasiun ketiga milik IOC/UNESCO dengan data dapat diperoleh secara online dengan alamat web "oc-sealevelmonitoring.com" yang dipasang di Dermaga KOLINLAMIL Jakarta pada koordinat $6^{\circ}6'24.01''\text{LS}$ - $106^{\circ}53'26.99''\text{BT}$. Tahapan ini dilakukan dengan tujuan untuk proses verifikasi dan validasi data pasang surut dan data gelombang permukaan air laut yang dihasilkan alat LUWES secara *realtime*.

LANDASAN TEORI

Muka Air Laut

Elevasi muka air laut selalu berubah setiap saat, dimana dibutuhkan suatu elevasi yang ditetapkan berdasar data pasang surut, yang dapat digunakan sebagai pedoman didalam perencanaan suatu pembangunan dipantai dalam membuat pelabuhan, pemekaran wilayah pesisir dan sebagainya. Beberapa elevasi tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Muka air tinggi (*high water level, HWL*), muka air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang dalam satu siklus pasang surut.
- b. Muka air rendah (*low water level*), kedudukan air terendah yang dicapai pada saat air surut dalam satu siklus pasang surut.
- c. Muka air tinggi *rerata* (*mean high water level, MHWL*), adalah rerata antara muka air tinggi selama periode 19 tahun.
- d. Muka air rendah *rerata* (*mean low water level, MLWL*), adalah rerata dari muka air rendah selama periode 19 tahun.
- e. Muka air laut *rerata* (*mean sea level, MSL*), adalah muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata. Elevasi ini digunakan sebagai referensi untuk elevasi di daratan.
- f. Muka air tinggi tertinggi (*highest high water level, HHWL*), adalah air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
- g. Air rendah terendah (*lowest low water level, LLWL*), adalah air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.

Berbagai definisi muka air tersebut banyak digunakan dalam perencanaan bangunan pantai dan pelabuhan.

Pasang Surut

Fenomena pasang surut air laut diartikan sebagai fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh pengaruh dari kombinasi gaya gravitasi terutama matahari dan bulan serta gaya sentrifugal dari benda-benda astronomis bumi.

Bentuk pasang surut di berbagai daerah tidak sama. Pasang surut yang terjadi di berbagai daerah dibedakan menjadi empat tipe yaitu:

- a. Pasang surut tipe tengah harian/harian ganda (semi diurnal type). Dalam 1 hari terjadi 2 kali air pasang dan 2 kali air surut dengan tinggi yang hampir sama dengan pasang surut terjadi secara berurutan dan teratur. Periode pasang surut rata-rata yaitu 12 jam 24 menit. Pasang surut tipe ini terdapat di selat Malaka sampai laut Andaman.
- b. Pasang surut tipe harian tunggal (diurnal type). Dalam 1 hari terjadi 1 kali air pasang dan 1 kali air surut. Periode pasang surut yaitu 24 jam 50 menit dan terjadi di perairan Selat Karimata.

$$F = \frac{A(K_1) + A(O_1)}{A(M_2) + A(S_2)} \quad (1)$$

Dengan keterangan:

F adalah nilai Formzahl.

AK₁ dan AO₁ adalah Amplitudo konstanta harmonik utama pasut tunggal.

- c. Pasang surut tipe campuran condong ke harian ganda (mixed tide prevailing semi diurnal type). Dalam 1 hari terjadi 2 kali air pasang dan 2 kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda. Pasang surut jenis ini banyak terdapat di perairan Indonesia Timur.

Jenis pasut suatu perairan dapat ditentukan dengan menggunakan rumus Formzahl yaitu perbandingan jumlah amplitudo konstanta utama pasut harian tunggal terhadap jumlah amplitudo konstanta utama pasut harian ganda, yang dinyatakan dengan:

AM₂ dan AS₂ adalah Amplitudo konstanta harmonik utama pasut ganda.

Berdasarkan nilai F, pasut dikelompokkan menurut jenis yang ditampilkan pada tabel 1:

Nilai Formzahl	Jenis Pasut	Fenomena
$0 < F \leq 0,25$	Harian ganda	2 kali pasang sehari semalam dengan tinggi relative sama
$0,25 < F \leq 1,5$	Campuran condong ke harian ganda	2 kali pasang sehari semalam dengan perbedaan tinggi dan Interval yang berbeda
$1,5 < F \leq 3$	Campuran condong ke harian tunggal	1 kali atau 2 kali pasang sehari semalam dengan interval yang berbeda.
$F > 3$	Harian tunggal	1 kali pasut sehari semalam

(Sumber : Rawi , 1985)

Metode Admiralty

Analisis harmonik metode *admiralty* telah dikembangkan analisa harmonik oleh Doodson pada tahun 1921. Kelebihan utama metode ini yaitu dapat menganalisis data pasut jangka pendek (29 hari dan 15 hari). Adapun perhitungan yang telah dikembangkan oleh *Doodson* untuk jangka pendek diperlukan tabel-tabel untuk mempermudah perhitungan, karena pada saat itu perhitungan dilakukan secara konvensional. Adapun kelemahan dari metode *Admiralty* ini adalah hanya digunakan untuk pengolahan data-data berjangka waktu pendek dan hasil perhitungan yang dihasilkan relatif sedikit hanya menghasilkan 9 (sembilan) komponen pasang surut utama, yaitu M_2 , S_2 , K_2 , N_2 , O_1 , K_1 , P_1 , M_4 , dan MS_4 .

Parameter Dalam Perhitungan Metode *Admiralty* yaitu:

1. Parameter Tetap

Perhitungan metode *admiralty* dimulai dengan serangkaian proses perhitungan parameter tetap, yaitu perhitungan proses harian, proses bulanan, dan perhitungan matriks.

2. Parameter yang Berubah Terhadap Waktu

Parameter yang bergantung waktu dihitung berdasarkan waktu pengamatan dan besarnya tidak dipengaruhi oleh data pasut seperti pada proses harian dan bulanan.

Gelombang Laut

Gelombang diklasifikasikan beberapa macam tergantung kepada gaya pembangkitan seperti angin (gelombang angin), gaya tarik menarik bumi, bulan, matahari (gelombang

pasang surut), gempa (vulkanik atau tektonik) didasar laut (gelombang tsunami), ataupun gelombang yang disebabkan oleh gerakan kapal (*Bambang Triatmodjo, 1999*)

Klasifikasi gelombang berdasarkan ukuran dan penyebabnya (Pond and Pickard, 1983):

1. Riak (*ripples*) / gelombang kapiler (capillary wave) dengan panjang gelombang 1,7 meter dan periode kurang dari 0,2 detik disebabkan oleh adanya tegangan permukaan dan tiupan angin yang tidak terlalu kuat pada permukaan laut.
2. Gelombang angin (seas/wind waves) dengan panjang gelombang sampai kira-kira 130 meter dan periode 0,2- 0,9 detik ditimbulkan angin.
3. Alun (swell) dengan panjang gelombang sampai ratusan meter dan periode 0,9-15 detik ditimbulkan oleh angin yang bertiup lama.
4. Gelombang pasang surut (tidal wave) dengan panjang gelombang beberapa kilometer dengan periode 5 jam, 12 jam, dan 25 jam oleh fluktuasi gaya gravitasi matahari dan bulan.

Bentuk gelombang representatif yang banyak digunakan adalah tinggi gelombang signifikan (H_s), gelombang ini merupakan tinggi atau periode gelombang rata-rata dari 33% tertinggi dari suatu pengukuran gelombang. Tinggi gelombang signifikan dan periode gelombang signifikan dirumuskan dalam persamaan berikut (*Triatmodjo B, 1999*):

$$n = 33,33 \% \times \text{jumlah data} \quad (2)$$

$$H_s = H_{33\%} = \frac{(H_1 + H_2 + H_3 + \dots + H_n)}{n} \quad (3)$$

$$T_s = T_{33\%} = \frac{(T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_n)}{n} \quad (4)$$

Dalam hal ini :

H33% =Tinggi gelombang rerata
dari 33%

T33% = Periode gelombang
rerata dari 33%

n = Jumlah / frekuensi
pengukuran

Telemetry

Suatu kata dari telemetry berasal dari bahasa Yunani, yaitu: tele yang memiliki arti jarak jauh, metri atau metron yang memiliki arti pengukuran. Jadi kata telemetry adalah sebuah teknologi yang mengijinkan suatu pengukuran jarak begitu juga dengan pelaporan informasi kepada perancang atau operator sistem. Dengan hasil pengukurannya dapat diterima di tempat lain yang membutuhkan proses penerimaan data, baik dengan menggunakan kabel maupun tanpa menghubungkan kabel (*wireless*), sehingga data dapat diterima langsung dipergunakan.

Sistem *telemetry* dirancang berdasarkan standart *Comercial Off The Shelf (COTS)* produk. Disetiap kebutuhan pengguna banyak elemen yang secara umum mendesain atau merancang spesifikasi aplikasi yang dikonfigurasi.

LUWES



Gambar 1. Rancang Bangun LUWES

LUWES merupakan peralatan pemantau tinggi muka air dengan sistem telemetry yang menggunakan sinyal *GPRS (General Packet Radio Service)* untuk transmisi data *real time* dalam pengambilan data, yang terdiri dari integrasi data logger, sensor ultrasonik, *GPS (Global Positioning System) timing*, sistem catu daya baterai dan *solar cell* serta komunikasi *wireless*. (Erfan Nugroho. 2007).

Inovasi *low-cost* ini ditujukan untuk merapatkan jaringan pemantau air yang ada sehingga mampu untuk menambah secara signifikan jumlah sensor bukan hanya untuk kebutuhan spesifik pemantauan bencana tetapi juga dapat melayani kebutuhan multiguna melalui integrasi dalam satu sistem yang terdisplay pada *website*. Inovasi ini menunjukkan upaya peningkatan kandungan lokal dalam teknologi informasi dan komunikasi serta mendukung dalam pemantauan hidrologi oseanografi berkelanjutan di Indonesia. Dalam pengambilan data LUWES menggunakan sensor ultrasonik dimana alat ini dibuat mudah dalam sinkronisasi bacaan alat dengan tinggi permukaan air sesuai yang terbaca pada palem pasut yang terpasang.

Station PUTRIDUYUNG_Test

6 hours 12 hours 1 day 1 week 1 month Range From 2015-10-27 05:30 To 2015-11-10 00:05



HASIL DAN PEMBAHASAN

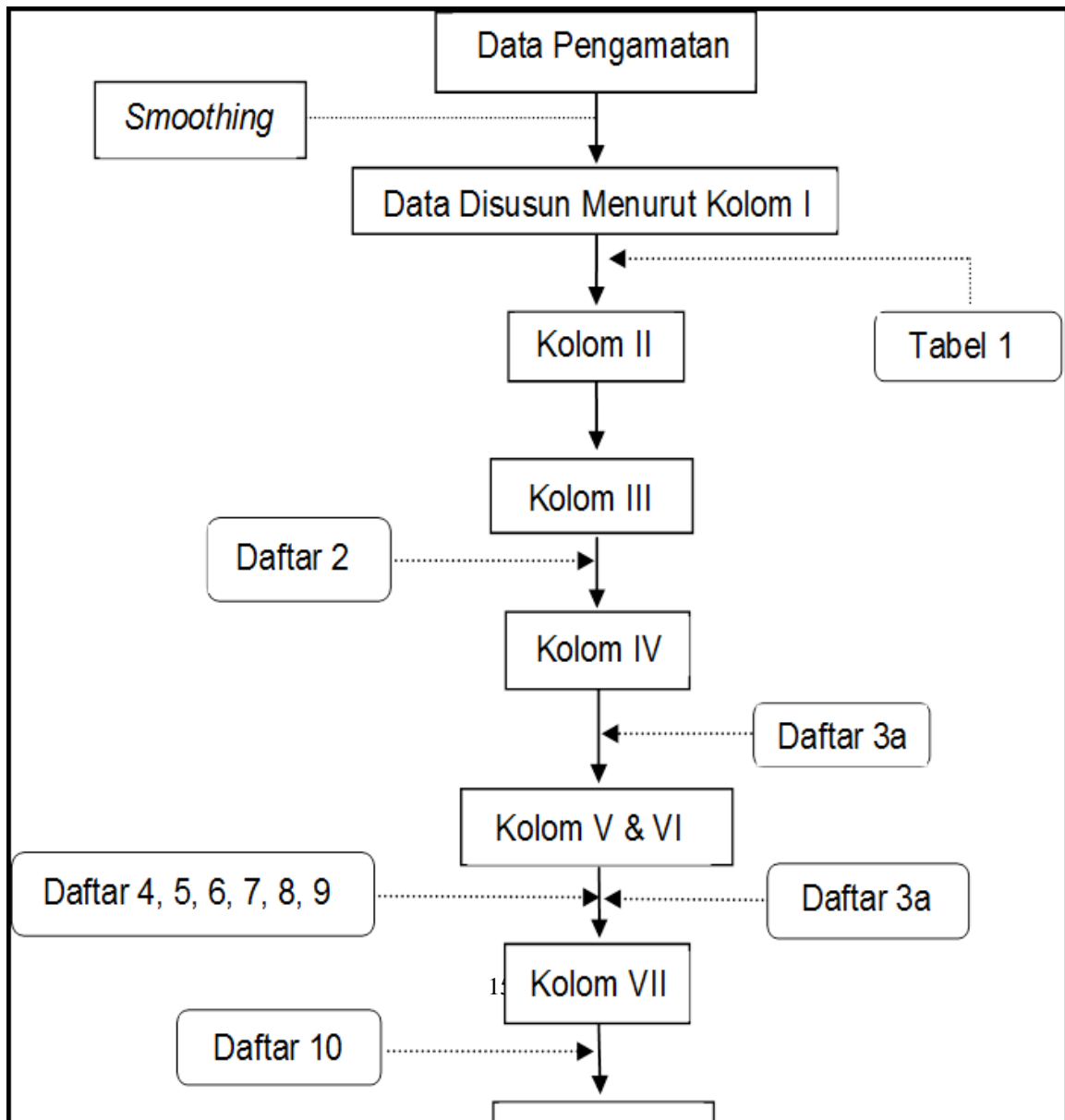
Pengukuran alat *LWES* secara *real time* untuk mendapatkan parameter data gelombang permukaan air laut yang dimodifikasi dari alat pengukuran pasut dengan data pengamatan perdetik menghasilkan 6 (enam) data. Pengamatan pasang surut 15 piantan menggunakan alat *LWES*, dibandingkan dengan data skunder dari 3 (tiga) stasiun dimiliki Pushidrosal, BIG, dan *UNESCO/IOC*.

Gambar 2. Bentuk Hasil *Display Grafik* di *Website*

Pengolahan Data Pasang Surut *Metode Admiralty*

Metode British Admiralty adalah metode umum yang digunakan untuk menghitung

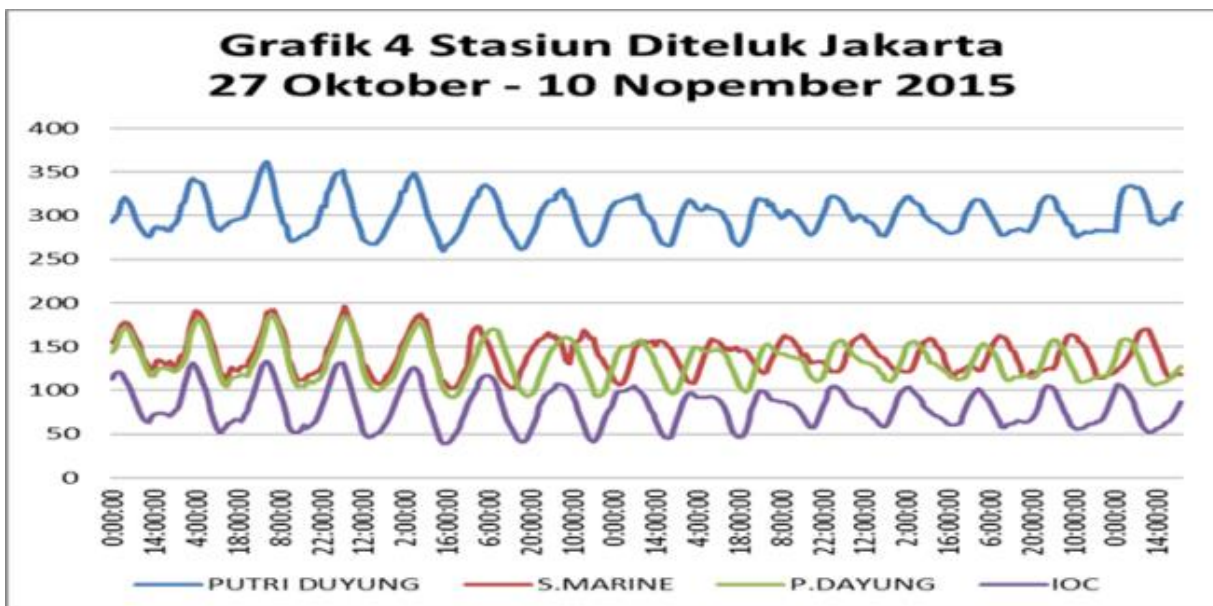
komponen harmonik pasut untuk data jangka pendek antara 15 piantan dan 29 piantan. Untuk tahapan perhitungan komponen pasut *metode admiralty*, dibuat skema perhitungan yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Hasil perhitungan data pasang surut *LWES* dengan ketiga data yang baku terpasang diperairan Teluk Jakarta terdapat pada tabel 4.12.

Tabel 3 Hasil Akhir Pengukuran Data Pasang Surut Metode Admiralty

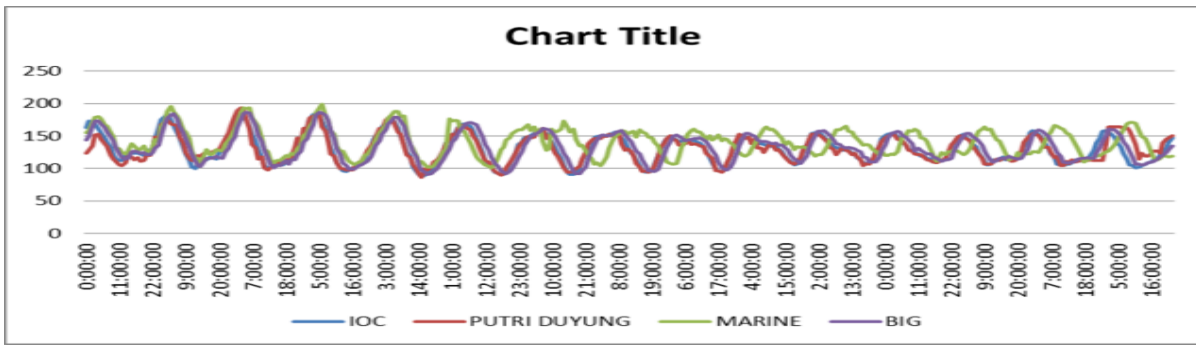
HASIL TERAKHIR PERHITUNGAN ADMIRALTY											
		S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
PUTRI DUYUNG	A Cm	300	5	3	3	27	13	1	1	1	9
	g°		115	64	64	26	3	167	200	64	26
MARINE	A Cm	141	8	2	7	16	21	1	1	1	5
	g°		75	208	167	82	14	208	214	208	82
BIG	A Cm	133	6	5	3	31	15	1	0	1	10
PONDOK DAYUNG	g°		162	115	127	55	50	231	232	115	55
IOC	A Cm	80	6	6	3	20	12	1	1	2	6
	g°		85	46	38	57	304	73	98	46	57



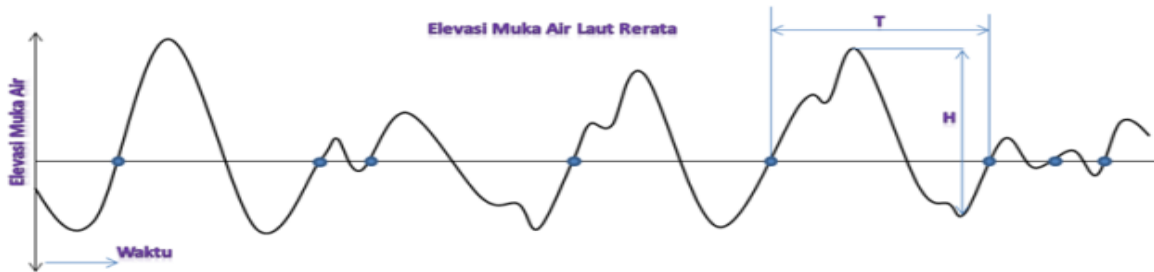
Gambar 3. Grafik Hasil Akhir 4 (Empat) Stasiun Dengan Metode Admiralty

Hasil akhir perhitungan metode admiralty didapat bahwa alat *LWES* dimodifikasi dapat dipakai sebagai alat pengukur pasang surut. Dari hasil data alat *LWES* dimodifikasi dibuat grafik dan di overlay dengan alat pengukuran pasang surut yang telah dipasang diperairan teluk Jakarta

relatif sama kecuali pada gambar grafik hasil pasang surut Pushidrosal yang dipasang di Marina Jakarta Utara ada perbedaan, dimana stasiun pasang surut berada pintu masuk alur kapal yang sempit sehingga memiliki nilai keterlambatan.



Gambar 4. Hasil Akhir Grafik *Overlay4* (Empat) Stasiun **Filtering Gelombang**



Gambar 5. Pencatatan Gelombang Disuatu Tempat

Pada gambar 5 adalah bentuk pencatatan gelombang sebagai fungsi waktu. Gambar tersebut menunjukkan bahwa gelombang mempunyai bentuk yang tidak teratur, dengan tinggi dan periode tidak konstan. Evaluasi terhadap gambar tersebut menimbulkan berapakah tinggi gelombang tersebut, mengingat terdapat lebih dari satu gelombang tersebut juga dengan tinggi dan periode berbeda.

Pengukuran gelombang disuatu tempat memberikan pencatatan muka air sebagai fungsi waktu. Pengukuran ini dilakukan dalam waktu cukup panjang, sehingga data gelombang akan sangat banyak. Mengingat kompleksitas dan besarnya jumlah data tersebut, maka gelombang alam dianalisa secara statistik untuk mendapatkan bentuk gelombang yang banyak digunakan adalah tinggi gelombang.

Dalam pengukuran gelombang pada gambar 5, absis adalah mulai pencatatan. Ada dua metode untuk menentukan gelombang yaitu *zero upcrossing method* dan *zero*

downcrossing method. Untuk menjelaskan metode tersebut, pertama kali ditetapkan elevasi rerata rerata dari permukaan air berdasarkan fluktuasi muka air pada waktu pencatatan. Muka air tersebut didefinisikan sebagai garis nol. Kemudian kurva gelombang ditelusuri dari awal sampai akhir. Pada *metode zero upcrossing*, diberi tanda titik perpotongan antara kurva naik dan garis nol, dan titik tersebut ditetapkan sebagai awal dari satu gelombang pertama dan awal dari gelombang kedua. (Bambang Triatmodjo, 2012)

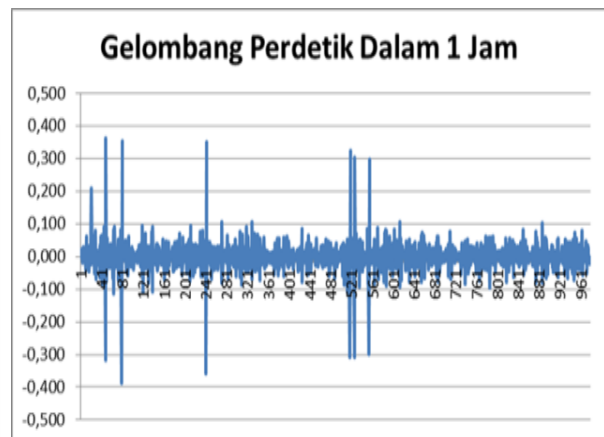
Hasil raw data perekaman dari sensor LUWES didapat 1 (satu) detik dengan interval perekaman disimpan 6 (enam) data, maka pengguna dapat melaksanakan *filtering* dengan meng-*average* secara statistik menggunakan *software microsoft excel* untuk mendapatkan tiap data sesuai kebutuhan data per detik, per 15 detik dan per jam. Untuk dilakukan seperti contoh pada tabel 4.13 dari hasil detik sebelum dan sesudahnya dikurangi sehingga dapat gelombang yang difilter antara lembah dan puncak gelombang. Langkah

selanjutnya dari data antara pengurangan tersebut dijumlahkan nilai terendah atau lembah ditambah dengan nilai puncak yang didapat dari nilai data *level LUWES*. Dari hasil ketinggian gelombang permukaan air laut dari alat *LUWES* yang dimodifikasi dari data pasang surut perjam menjadi perdetik dan per 15 detik untuk mendapatkan tinggi gelombang rata-rata, tinggi gelombang maksimal dan minimum.

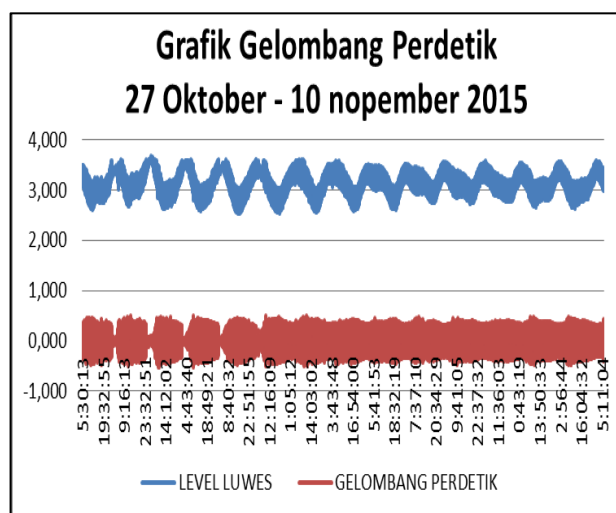
Tabel 4 Contoh *Filtering Data* Menghasilkan Gelombang

JAM	LEVEL LUWES	FILTERING GELOMBANG	LEMBAH	PUNCAK
12:30:13	3,388	-0,001	L	
12:30:14	3,389	0,025		P
12:30:28	3,364	0,003		
12:30:29	3,361	-0,019	L	
12:30:30	3,380	0,031		P
12:30:31	3,349	-0,017	L	
12:30:32	3,366	-0,016		
12:30:33	3,382	-0,013		
12:30:34	3,395	0,017		P

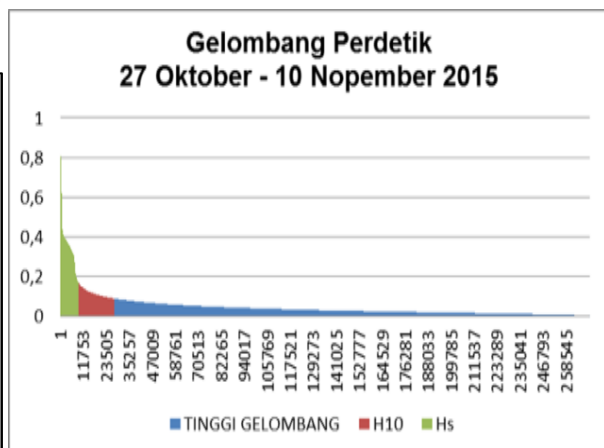
Gambar 7. Grafik Gelombang Hasil *Filtering* Perdetik Selama 15 Hari



Gambar 8. Grafik Gelombang Hasil *Filtering* Perdetik Selama 1 Jam



Gambar 6. Grafik Hasil *Filtering* Perdetik Bercampur Dengan Nilai Pasang Surut

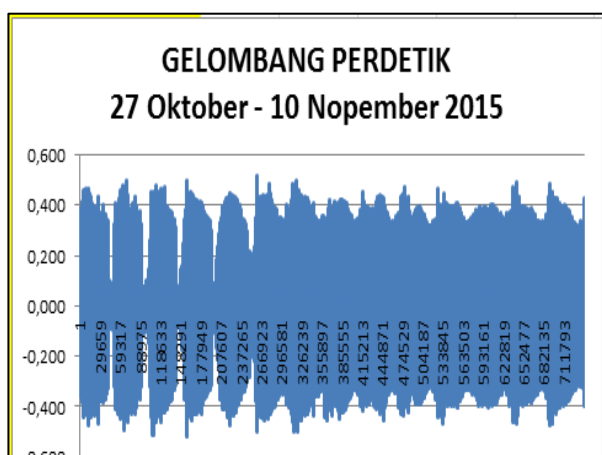


Gambar 9. Range Tinggi Gelombang Perdetik Selama 15 Hari

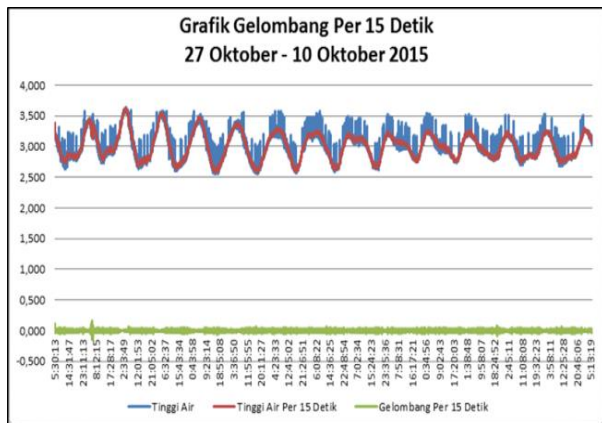
Tabel 5. Tinggi Gelombang Hasil Perhitungan Perdetik Selama 2 Minggu

Gelombang Maksimal (H_{max})	=	0,805
Tinggi Gelombang Rerata 33%	=	0,3328
Tinggi Gelombang Rerata 10%	=	0,1873
Tinggi Gelombang Rerata 100%	=	0,0475

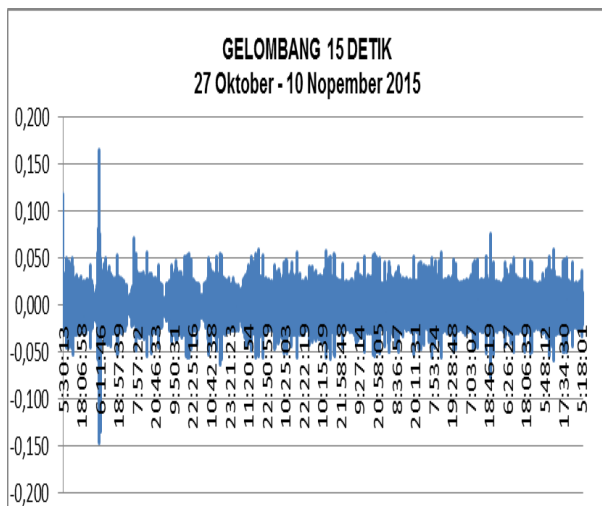
Alat *LUWES* dapat mencatat gelombang angin (*seas/wind waves*) dengan



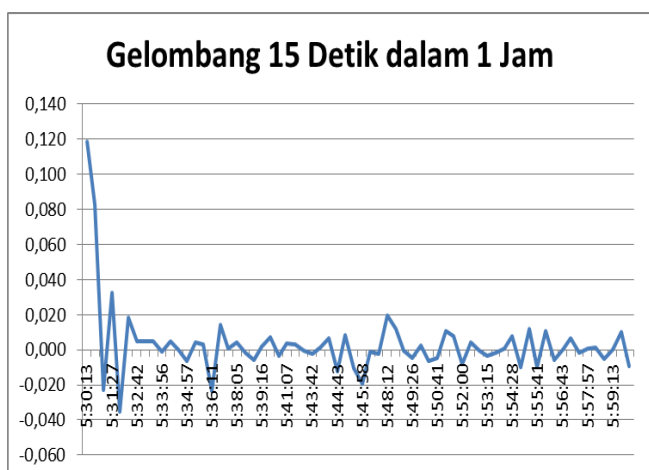
panjang gelombang sampai kira-kira 130 meter dan periode 0,2- 0,9 detik ditimbulkan angin pada saat penelitian gelombang maksimal 0,805 meter dengan tinggi rerata selama 15 hari didapat 0,0475 m selama penelitian yang dilaksanakan berada diperairan dalam Teluk Jakarta.



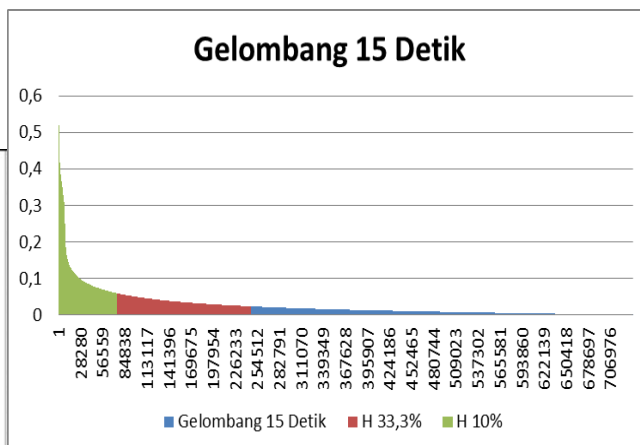
Gambar10. Grafik Hasil *Filtering Data* Per 15 Detik Selama 15 Hari



Gambar11. Grafik Gelombang Hasil *Filtering Data* Per 15 Detik Selama 15 Hari



Gambar12. Grafik Gelombang *Filtering Data* Per 15 detik Selama 1 Jam



Gambar13. Grafik Range Tinggi Gelombang Hasil *Filtering Data* Per 15 Detik Selama 15 Hari

Tabel 6. Tinggi Gelombang Hasil Perhitungan Per 15 detik Selama 2 Minggu

Gelombang Maksimal (H max)	=	0,520
Tinggi Gelombang Rerata 33%	=	0,116
Tinggi Gelombang Rerata 10%	=	0,061
Tinggi Gelombang Rerata 100%	=	0,026

Alat *LWES* dapat mencatat gelombang alun (*swell*) dengan panjang gelombang sampai ratusan meter dan periode 0,9-15 detik ditimbulkan oleh angin yang bertiup lama pada saat penelitian gelombang maksimal 0,520 meter dengan tinggi rerata selama 15 hari didapat 0,026 m selama penelitian yang dilaksanakan berada diperairan dalam Teluk Jakarta.

Kesimpulan

Kesimpulan penelitian pada bulan 27Oktober sampai 10 Nopember tahun 2015 menggunakan alat *LWES* yaitu :

1. Melaksanakan modifikasi atau menambahkan perintah pada bahasa

script / pemrograman dalam alat *data logger*.

2. Mengganti *sensor ultrasonic* yang digunakan *serie MB7363* menjadi *serie MB7386* yang memiliki ketelitian dalam hal kecepatan pengambilan data.
3. Hasil perbandingan pengukuran pasang surut dari keempat stasiun relatif sesuai dengan tipe pasang surut harian tunggal.
4. Alat *LUWES* termodifikasi untuk pengukuran gelombang permukaan air laut dapat mengukur pasang surut nilai bilangan *Formzal* masing-masing keempat stasiun yaitu *pada* stasiun pasut penelitian *LUWES* (Putri Duyung) $F=4,24$, stasiun pasut *LUWES* (Pushidrosal Marina) $F=3,90$, stasiun pasut BIG (Pondok Dayung) $F=4,24$ dan stasiun pasut/OC (Kolinlamil) $F=3,79$.

5.2 Saran

Dengan luasnya perairan wilayah Indonesia menghubungkan daratan untuk mendapatkan data pasang surut dan gelombang permukaan air laut dalam satu alat, Pushidrosal telah memiliki alat stasiun *telemetry* pasang surut dan dapat mengupgrade alat *LUWES* menjadi satu fungsi untuk mengukur gelombang permukaan air laut secara *real time* pada alat yang telah dipasang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aizawa, Takao Et Al, (2008). *Aplication Of MEMS Accelerometer To Geophysics, Suncoh Consultants Co.Ltd., Dept. Of Civil And Earth Resource Engineering, Kyoto University, Japan.*
- Erfan Nugroho. 2007, "Rancang Bangun Sistem Telemetry Pengukuran Level Permukaan Air Menggunakan Gelombang Ultrasonik".
- Manurung, Parluhutan, *Inovasi Real Time Water Level Sensor Untuk Pemantauan Hidrologi Dan Oseanografi Serta Deteksi Bencana Banjir Dan Tsunami.*
- Manurung, Parluhutan, (2011). *Reconstruction Of Sea Level Change In Southeast Asia Waters Using Combined Tide Gauge And Satellite Altimetry Data, APN 2011.*
- Manurung, P., et al (2014). *Reconstruction of Sea Level Change in Southeast Asia Waters using Combined Tide Gauge and Satellite Altimetry Data. APN Science Bulletin (4). Asia-Pacific Network for Global Change Research. ISSN 2185-761X, pp 23-29.*
- MaxBotix® Inc. Patent 7,679,996, (2016). *High Resolution, IP67 Weather Resistant, Ultra Sonic Range, Download* Tertanggal 6 April 2016 Pada www.maxbotix.com.
- Rawi, (2003). *Teori Umum Pasut, Diktat Kuliah Jurusan Hidro- Oseanografi. STTAL, Jakarta.*
- Supangat A, dan Susanna, (2003). *Pengantar Oceanografi, Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumber Daya Non-Hayati, BRPKP-DKP.*
- Triatmodjo, Bambang. (2012). *Teknik Pantai. Beta Offset, Yogyakarta. ISBN 979-8541-05-7.*

