

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Instrumen Pengukur Pasang Surut

*Tide gauge* merupakan alat atau instrumen yang digunakan untuk mengukur tinggi pasut. Instrumen pengukur pasang surut yang umum digunakan diantaranya adalah *tide staff*, *floating tide gauge*, dan *pressure tide gauge* (Djaja, 1987).

*Tide staff*, merupakan alat pengukur pasang surut yang paling sederhana berupa papan mistar memiliki ketebalan antara 1 sampai 2 inchi dengan lebar 4 sampai 6 inchi, dan dengan pembagian skala yang umumnya dalam sistem meter, sedangkan panjangnya harus lebih besar dari tunggang pasut (*tidal range*). Misalnya, pada perairan dengan tunggang pasut sebesar 2 m, maka ukuran papan skala ini harus lebih dari 2 m *gauge* (Djaja, 1987).

*Floating tide gauge*. Prinsip kerja alat ini berdasarkan gerakan naik turunnya permukaan laut yang dapat diketahui melalui pelampung yang dihubungkan dengan alat pencatat. Pengukuran tinggi muka air oleh alat ini dilakukan dengan mendeteksi pergerakan naik turun dari air. Perubahan tinggi pada permukaan air akan menyebabkan pelampung bergerak vertikal (naik turun), pelampung dan penahan beban diikat dengan kabel dan dihubungkan dengan sebuah katrol yang terdapat pada *enkoder*, sehingga gerakan pelampung dapat memutar katrol. Perputaran yang terjadi pada katrol akan dikonversikan menjadi suatu sinyal digital dan ditransfer ke unit *data logger* melalui kabel transduser. Di dalam *data logger* unit sinyal listrik tersebut diproses sehingga menjadi nilai yang terukur *gauge* (Djaja, 1987).

*Pressure tide gauge*. Prinsip kerjanya sama dengan *floating tide gauge*, hanya saja gerakan naik turunnya permukaan laut dapat diketahui dari

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

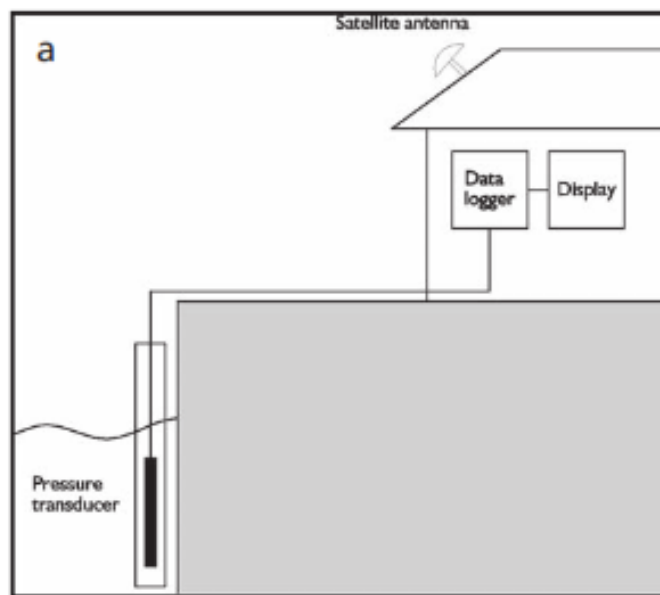
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

perubahan tekanan yang terjadi di dalam laut. Seberapa besar tekanan yang diterima oleh sensor akan diubah dalam bentuk kedalaman yang telah dirancang sedemikian rupa, sehingga diperoleh tinggi muka air dari nilai ini dengan mempertimbangkan nilai densitas dan gravitasi. Gambar 1 merupakan contoh dari *pressure tide gauges gauge* (Djaja, 1987).



Gambar 1. *Pressure tide gauge* (IOC, 2006)

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

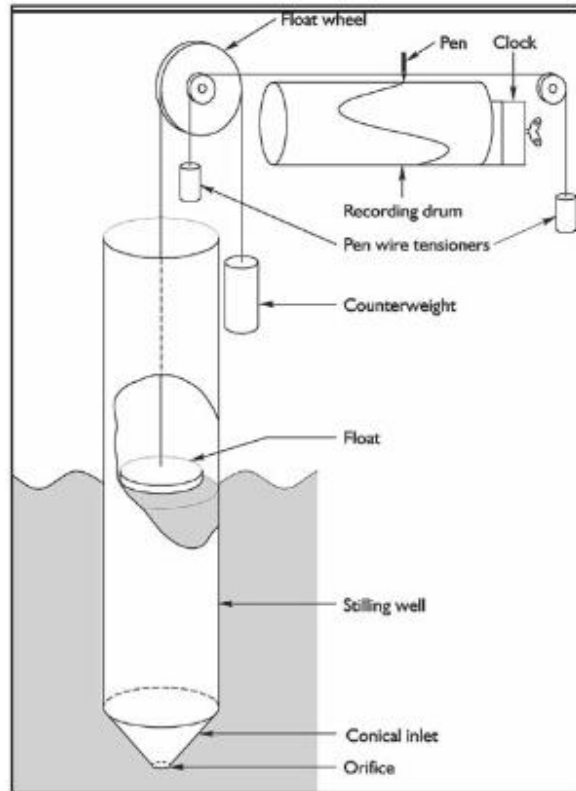
Bogor Agricultural University

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Selain ketiga alat ukur yang digunakan di atas, IOC (2006) membagi instrumen pengukur pasut menjadi empat bagian yaitu *stilling well tide gauges*, *pressure gauges*, *acoustic tide gauges*, dan *radar gauges*. *Stilling well tide gauges*, merupakan pipa yang ditempatkan secara vertikal di dalam air, cukup panjang untuk menutupi segala kemungkinan tunggang pasut di beberapa stasiun. Bagian bawah dari sumur tertutup kecuali untuk masukan, satu untuk masukan di bawah dan lainnya dengan pipa masukan yang terhubung ke bagian lebih rendah dari sumur. Cara kerja dari alat ini

sama dengan *floating tide gauge*. Contoh gambar dari alat ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Stilling well tide gauge* (IOC, 2006)

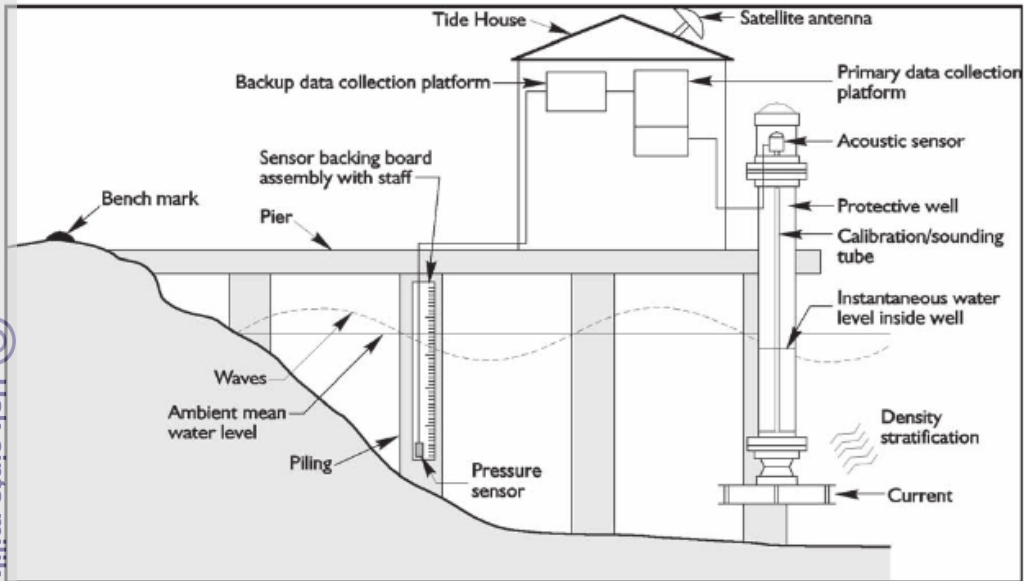
© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

- b) *Acoustic tide gauges*. Alat atau instrumen pengukur pasang surut yang menggunakan gelombang suara untuk mendapatkan data pasang surut. Pengukurannya bergantung pada perubahan waktu perambatan dari sinyal akustik yang direfleksikan secara vertikal dari permukaan laut ke sensor penerima (*receiver*). Contoh untuk alat ukur *acoustic tide gauges* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. NGWLMS tide gauge (IOC, 2006)

*Radar gauges.* Alat ini dilengkapi dengan pemancar pulsa radar (*transmitter*), penerima pulsa radar (*receiver*), serta jam berakurasi tinggi. Pada sistem ini, radar memancarkan pulsa-pulsa gelombang radio ke permukaan laut. Pulsa-pulsa tersebut dipantulkan oleh permukaan laut dan diterima kembali oleh radar. Sistem radar ini dapat mengukur ketinggian radar di atas permukaan laut dengan menggunakan waktu tempuh dari pulsa radar yang dikirimkan ke permukaan laut, dan dipantulkan kembali ke radar (IOC, 2002). Contoh dari *radar gauges* dan perbandingannya dengan *bubbler gauge* dapat dilihat pada Gambar 4.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 4. Uji coba OTT Kalesto (*radar gauge*) di Liverpool (IOC, 2006)

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

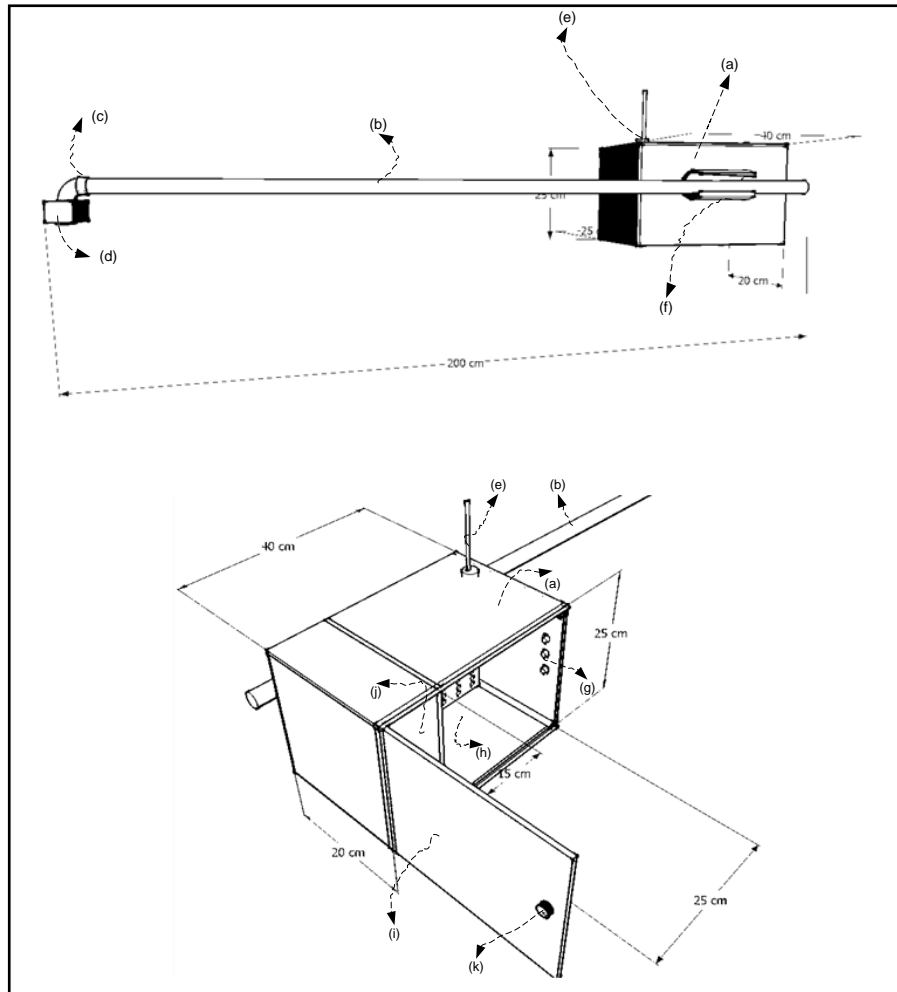
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

## 2. Instrumen MOTIWALI

Instrumen MOTIWALI (*Mobile Tide and Water Level Instrument*)

merupakan alat pengukur pasang surut atau level air yang dapat digunakan untuk pengukuran yang bersifat *mobile* atau bergerak maupun stasiun tetap dengan kemampuan tambahan seperti transmisi data menggunakan GSM atau frekuensi radio dan dilengkapi dengan sistem *alarm*. Instrumen MOTIWALI ini menggunakan transduser akustik 40 kHz sebagai sensor pengukur jarak antara sensor dengan permukaan air dan sensor suhu sebagai pengoreksi data (Iqbal dan Jaya, 2011). Berdasarkan pembagian alat pengukur pasang surut menurut IOC (2006), MOTIWALI termasuk kedalam *acoustical tide gauge*. Bentuk dari instrumen MOTIWALI dapat dilihat pada Gambar 5 dan Lampiran 7.





Gambar 5. Keseluruhan tampak belakang (atas) dan kotak elektronik (bawah) (Iqbal dan Jaya, 2011)

Keterangan:

- a = Kotak utama elektronik
- b = Tiang penghubung transduser dan kotak elektronik
- c = Pipa ¼ inci penghubung transduser dan tiang
- d = Kotak transduser
- e = Antene GSM/Radio
- f = Penyangga tiang transduser
- g = Soket eksternal (1) power luar, (2) RS232, (3) device control
- h = Tempat peralatan elektronik
- i = Pintu
- j = Tempat accu internal
- k = Gagang pintu

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

### 2.2.1. Perangkat lunak MOTIWALI

Pembangkitan sinyal 40 KHz menggunakan *Timer 1* yang dimiliki mikrokontroler. Mikrokontroler akan melakukan *setting register* sehingga terjadi *overflow* pada setiap 1/40000 detik dan sinyal 16-bit tersebut kemudian dapat diakses pada pin OCR1A dan OCR1B pada mikrokontroler (Iqbal dan Jaya, 2011).

Untuk mengatur kerja MOTIWALI digunakan *file* CONFIG.INI. Ada beberapa hal yang harus diatur dalam *file* ini seperti pada Tabel 1. Terlihat 9 variabel yang dapat diatur oleh pengguna melalui *file* ini. Variabel tersebut dimaksudkan agar pengguna dapat menyesuaikan kebutuhannya. Khusus untuk alarm atau pengiriman data GSM, pengguna harus menambahkan modem GSM atau sejenisnya dengan menggunakan komunikasi RS232. Alarm dimaksudkan jika pengguna ingin mendapatkan peringatan jika air sudah memenuhi jarak tertentu yang telah ditentukan baik dengan menyalakan/mematikan peralatan lain atau mengirimkan SMS pemberitahuan ke nomor tertentu (Iqbal dan Jaya, 2011).

Tabel 1. Susunan *File* CONFIG.INI MOTIWALI

No.	Variabel	Type Data	Keterangan
1	MOTIWALI	<i>String</i>	Pengenal file
2	Waktu_penyimpanan	<i>Integer</i>	Dalam Menit
3	Transmit (1 atau 0)	<i>Byte</i>	1=transmit GSM 0=tidak transmit (default)
4	No_GSM	<i>String</i>	Nomor HP yang dituju
5	Waktu_transmit	<i>Integer</i>	Dalam menit
6	Alarm (1 atau 0)	<i>Byte</i>	1=alarm 0=tidak alarm (default)
7	Tipe_alarm	<i>Byte</i>	1=relay 0=GSM
8	Jarak_alarm	<i>Integer</i>	Jarak alarm berfungsi (cm)
9	Gsm_alarm_no	<i>String</i>	Nomor HP yang dituju

Sumber : Iqbal dan Jaya (2011)

Cara kerja perangkat lunak MOTIWALI yaitu pada saat mulai dinyalakan mikrokontroler akan mengecek keberadaan *MMC/SD Card* dan sensor. Jika belum siap, mikrokontroler akan mengulang kembali pada tahap awal proses, jika siap dilanjutkan dengan membaca *file CONFIG.INI* yaitu mendapatkan nilai 8 variabel pada Tabel 1. Transmit sinyal pada transduser kemudian dilakukan hingga mendapat sinyal balik dan mengukur waktu pada saat mulai transmit hingga penerimaan tersebut, kemudian dilakukan dengan pembacaan sensor suhu. Data kemudian disimpan pada modul *SD/MMC Card* (Iqbal dan Jaya, 2011).

## 2.2. Perangkat elektronik MOTIWALI

Perangkat elektronik terdiri atas beberapa bagian utama yaitu catu daya yang diambil dari *accu* dengan opsi catudaya luar DC 12 Volt, mikrokontroller sebagai pusat pengendali dan pengolah data, modul transduser dengan frekuensi resonansi 40 KHz, tegangan input maksimum 20 Vrms dan sensitivitas minimal -67 dB sebagai pengukur jarak ke permukaan air, sensor suhu digital DS18B20, dan modul data logger sebagai penyimpanan dan backup data menggunakan komunikasi SPI (*Serial Programming Interface*). Catudaya yang digunakan adalah *accu 12 Volt 7 Ampere Hour* (Iqbal dan Jaya, 2011).

## 2.2.3. Cara kerja sensor ultrasonik dan sensor suhu

Cara kerja sensor ultrasonik terdiri dari sensor pengirim yang dikendalikan dari mikrokontroler melalui keluaran I/O dengan memberikan gelombang persegi 40 KHz. Sebelumnya gelombang persegi tersebut dikonversi baik *level* tegangan maupun arus serapnya menggunakan *IC level converter* sehingga sesuai dengan spesifikasi transduser. Sinyal pantulan kemudian diterima oleh transduser



penerima dan selanjutnya dikonversi sinyal keluarannya melalui rangkaian pengkondisi sinyal sehingga keluaran sinyal tersebut dapat diolah oleh mikrokontroler (Iqbal dan Jaya, 2011).

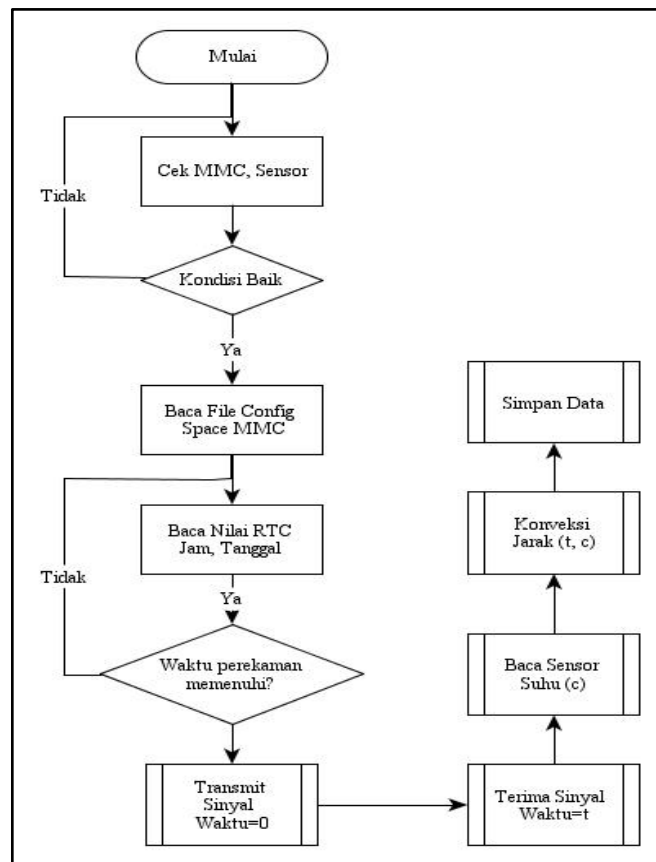
Cara kerja sensor suhu cukup sederhana. Sensor keluaran DALLAS

*Instrument* ini menggunakan komunikasi 1-*wire* sebagai protokol keluaran data.

Resistor *pull-up* dimaksudkan untuk menyamakan arus serap yang dimiliki sensor dan pin mikrokontroler. Dari hasil uji coba resistor *pull-up* yang dapat digunakan yaitu antara 4.7 – 10 K $\Omega$ . Semakin besar impedansi kabel yang digunakan maka semakin besar resistansi resistor *pull-up* yang dihasilkan (Iqbal dan Jaya, 2011).

Pada Gambar 6 dapat dilihat proses dari cara kerja perangkat lunak MOTIWALI.

Seceluruhan diagram alir dari MOTIWALI dapat dilihat pada Lampiran 6.



Gambar 6. Diagram alir perangkat lunak MOTIWALI (modifikasi dari Iqbal dan Jaya, 2011)

### 2.3. Metode *Fitting*

Wijayanto (1994) in Notodiputro *et al.* (1997) mengatakan bahwa *fitting* data dilakukan untuk menghindari bias dari suatu data, sehingga kesalahan dari perhitungan dapat diperkecil. Menurut Betzler (2003), ada beberapa alasan dan tujuan dilakukannya *fitting* yaitu untuk mendapatkan sekumpulan data yang fokus (menentukan maksimum data atau titik perubahan), membuat tampilan grafik menjadi lebih baik, mendeskripsikan data dengan prinsip fisik yang mudah, dan menentukan formula untuk hubungan antara data fisik yang berbeda.

*Fitting* data pada umumnya dilakukan dengan metode kuadrat terkecil (*least squares fitting method*). Metode ini dapat dilakukan dengan mudah bila bentuk dari kurvanya telah diketahui dan sederhana (Lasijo, 2001). Menurut Suknanto (1992), regresi kuadrat terkecil adalah suatu regresi dengan pembatasnya adalah jumlah kuadrat jarak vertikal setiap titik dalam data terhadap kurva regresi menjadi minimum. Kurva dengan derajat terkecil dapat berupa garis lurus, polynomial, atau polynomial berderajat tinggi maupun kurva jenis lainnya.

### 2.4. Pasang Surut

Pasang surut air laut merupakan proses naik dan turunnya permukaan air laut secara periodik yang ditimbulkan oleh adanya gaya tarik menarik dari benda-benda angkasa, yang terutama sekali disebabkan oleh gaya tarik matahari dan gaya tarik bulan terhadap massa air di permukaan bumi (Zakaria, 2009).

Pasang surut terjadi karena adanya gaya penggerak. Gaya-gaya penggerak pasang surut adalah benda-benda atmosfer, tetapi dari semua benda angkasa hanya matahari dan bulan yang sangat berpengaruh melalui tiga gerakan utama. Ketiga gerakan itu adalah (Pariwono, 1987):

1. Revolusi bulan terhadap bumi, dimana orbitnya berbentuk elips dan memerlukan waktu 29,5 hari untuk menyelesaikan revolusinya;
2. Revolusi bumi terhadap matahari, dengan orbitnya berbentuk elips dan periode yang diperlukan untuk ini adalah 365,25 hari;
3. Perputaran bumi terhadap sumbunya sendiri dan waktu yang diperlukan adalah 24 jam (*one solar day*).

#### 4.1. Interaksi pasang surut bulan dan matahari

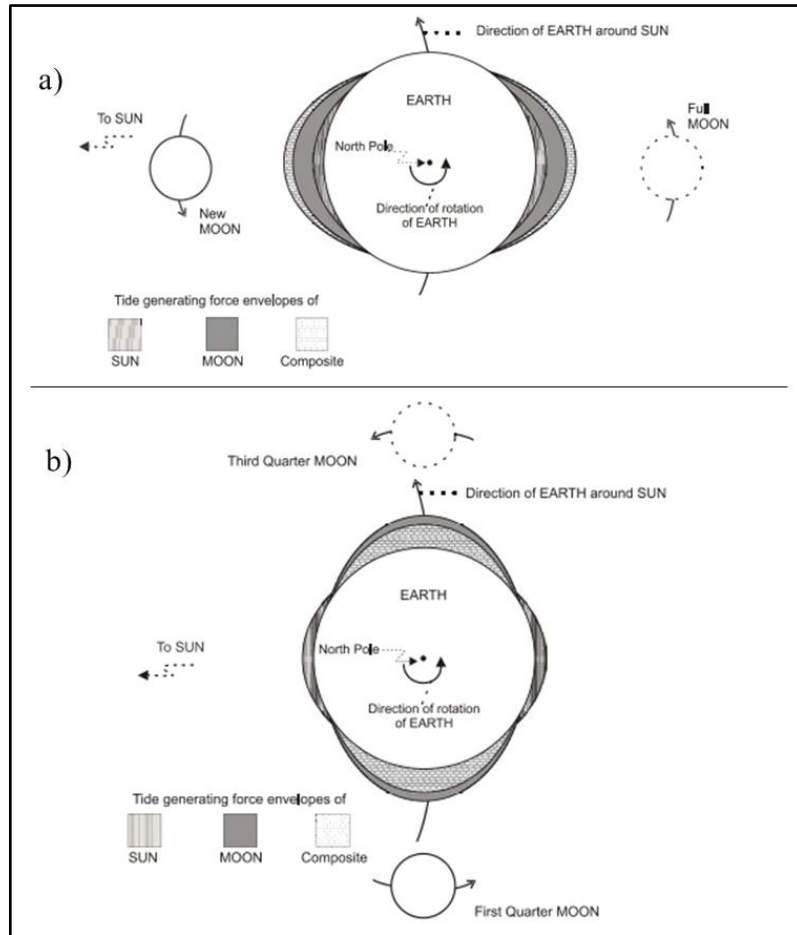
Interaksi pasang surut bulan dan matahari dibagi menjadi dua, yaitu pasang surut purnama dan pasang surut perbani. Pasang surut purnama merupakan pasang surut dimana posisi bumi bulan dan matahari sejajar. Keadaan ini menyebabkan terjadinya pasang naik lebih tinggi dan surut lebih rendah. Pasang surut ini terjadi pada saat bulan baru dan bulan purnama. Pasang perbani merupakan pasang surut yang terjadi pada saat bulan, bumi dan matahari membentuk sudut  $90^\circ$  dan  $270^\circ$ . Bulan dikatakan dalam keadaan perempat bagian ketika pasang surut perbani terjadi (Supangat dan Susanna, 2003). Gambar 7 merupakan gambar pasang purnama dan pasang perbani yang dibentuk oleh posisi bulan dan matahari terhadap bumi.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 7. a) *spring tide* (pasut purnama), b) *neap tide* (pasut perbani) (Hicks, 2006)

### 2.4.2. Tipe pasang surut

Pada umumnya pasang surut memiliki empat tipe, yaitu (Wyrcki, 1961):

1. Pasang surut harian tunggal (*Diurnal Tide*). Merupakan pasut yang hanya terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dalam satu hari, ini terdapat di Selat Karimata.

Pasang surut harian ganda (*Semi Diurnal Tide*). Merupakan pasut yang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut yang tingginya hampir sama dalam satu hari, ini terdapat di Selat Malaka hingga Laut Andaman.

Pasang surut campuran condong harian tunggal (*Mixed Tide, Prevailing Diurnal*). Merupakan pasut yang tiap harinya terjadi satu kali pasang dan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

satu kali surut tetapi terkadang dengan dua kali pasang dan dua kali surut yang sangat berbeda dalam tinggi dan waktu, ini terdapat di Pantai Selatan Kalimantan dan Pantai Utara Jawa Barat.

4. Pasang surut campuran condong harian ganda (*Mixed Tide, Prevailing Semi Diurnal*). Merupakan pasut yang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari tetapi terkadang terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dengan memiliki tinggi dan waktu yang berbeda, ini terdapat di Pantai Selatan Jawa dan Indonesia Bagian Timur.

#### 4.3. Komponen harmonik pasang surut

Rotasi bumi, revolusi bumi terhadap matahari dan revolusi bulan terhadap bumi menyebabkan resultan gaya penggerak pasang surut yang rumit dapat diuraikan sebagai hasil gabungan sejumlah komponen harmonik pasut (*harmonic constituent*). Komponen harmonik tersebut dapat dibagi menjadi tiga komponen, yaitu tengah harian, harian dan periode panjang (Pariwono, 1987). Beberapa komponen harmonik yang penting dapat dilihat pada Lampiran 2.

Dari komponen harmonik yang didapat, tipe pasang surut di suatu perairan dapat diketahui dengan menggunakan persamaan yang biasa disebut dengan bilangan Formzhal (Pugh, 1987) dan klasifikasi dari tipe pasang surut berdasarkan bilangan Formzhal dapat dilihat pada Tabel 2.

$$F = \frac{H_{k1} + H_{01}}{H_{M2} + H_{S2}} \dots\dots\dots (1)$$

Peterangan (Pariwono, 1987):

- |  |  |
|--|--|
| $H_{k1}$ = Prinsip <i>Luni-solar Diurnal</i> | $H_{m2}$ = Prinsip <i>Lunar Semi-diurnal</i> |
| $H_{01}$ = Prinsip <i>Lunar Diurnal</i>      | $H_{s2}$ = Prinsip <i>Solar Semi-diurnal</i> |

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.  
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Tabel 2. Tabel Tipe Pasang Surut Berdasarkan Bilangan Formzhall

Bilangan Formzhall	Tipe Pasang Surut
0 sampai 0.25	<i>semidiurnal</i>
0.25 sampai 1.50	<i>mixed, mainly semidiurnal</i>
1.50 sampai 3.00	<i>mixed, mainly diurnal</i>
lebih besar dari 3.00	<i>diurnal</i>

Sumber: Pugh (1987)

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor) Bogor Agricultural University

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

## 5. Pengukuran Pasang Surut

Pengamatan naik turunnya muka laut atau pasang surut yang selama ini digunakan menggunakan dua alat, yaitu *manual recording* dan *automatic recording system*. *Manual recording* merupakan alat ukur yang dibuat dari kayu atau bahan anti karat yang diberi skala ukur dengan panjang tidak lebih dari 10 meter dan dalam pengoperasiannya dibutuhkan operator untuk pembacaan skala ukurnya, sedangkan *automatic recording system* atau yang dikenal dengan *pressure gauge* atau *tide gauge* adalah alat ukur yang merekam secara otomatis dan datanya disimpan dalam media penyimpanan data digital (Cahyadi, 2007).

Menurut Djaja (1987), pencatatan pasang surut dapat dilakukan secara *non registering*, yaitu dengan pengamatan langsung untuk mengukur dan mencatat tinggi pasut dari papan ukur yang disebut *tide staff*, atau pengukuran secara *self registering*, yaitu pencatatan pasut secara otomatis dengan alat *automatic gauge* baik berbentuk grafik, *punched tape*, atau foto.

## 6. Metode Filtering

*Filtering* atau penapisan merupakan cara untuk memperhalus suatu data yang berfluktuasi sehingga dapat diketahui *trend* dari data tersebut. *Filtering* data dapat dilakukan dengan metode *moving average* (perata-rataan berjalan). *Moving*



*average* merupakan metode untuk merata-ratakan data yang dekat dengan data yang jauh tetapi masih berhubungan (Riley dan Lutgen, 1999). Secara umum *moving average* dapat ditulis dengan persamaan berdasarkan Gencay dan Stengos (1998) sebagai berikut,

$$MA_t = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} X_{t-i} \dots\dots\dots (2)$$

dimana *n* adalah periode waktu dan *t* adalah nilai-nilai yang akan dijumlahkan berdasarkan periode waktu. Menurut Callegaro (2010), secara singkat persamaan *moving average* dapat dijabarkan seperti persamaan di dibawah:

$$MA(n) = \frac{X_{t-1} + X_{t-2} + \dots + X_{t-n}}{n} \dots\dots\dots (3)$$

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.