Bumi, Bulan, dan Matahari

Model Pasang dan Surut Air Laut

60-90 menit

10-12 tahun

Prakarya dan Observasi

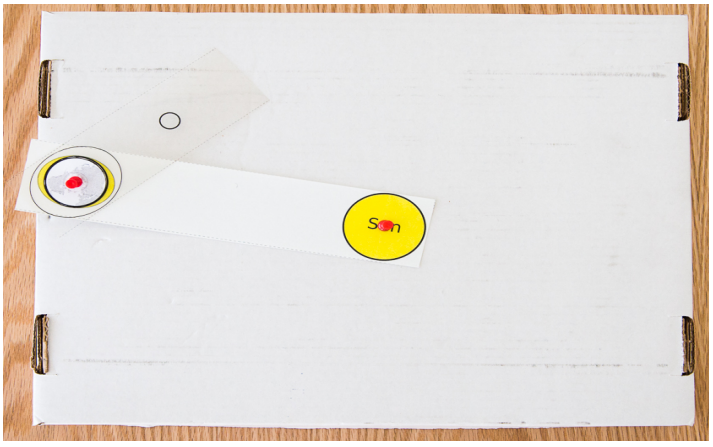
Individu

Pengantar

Pasang surut adalah peristiwa alamiah berupa kenaikan permukaan air laut (pasang) terhadap ketinggian normalnya (surut) yang terjadi dua kali sehari. Bagi mereka yang tinggal di pesisir pantai mungkin tidak awam dengan peristiwa ini, tetapi bagaimana dengan mereka yang tinggal jauh dari pesisir pantai? Bagaimana memvisualisasikan pasang surut agar mudah dibayangkan? Mengapa mereka bisa terjadi? Aktivitas yang dijabarkan dalam modul ini, yakni model pasang surut yang mengacu pada posisi Bumi-Bulan-Matahari yang dapat digerakkan secara bebas, mencoba untuk menggambarkan peristiwa ini secara sederhana serta membantu guru menjelaskan penyebab pasang surut dapat terjadi.

Objektif

Melalui model[1] yang dibuat dalam aktivitas ini, peserta akan dapat memahami proses terjadinya pasang surut air laut serta pengaruh posisi Bulan dan Matahari terhadap ketinggian dan jenis pasang.



Gambar 1. Model pasang surut.

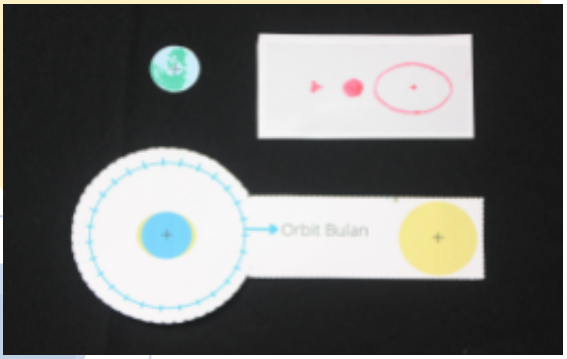
[1] Tide-o-Matics, diadaptasi dari Exploratorium https://www.exploratorium.edu/snacks/tide-o-matic

Alat dan Bahan

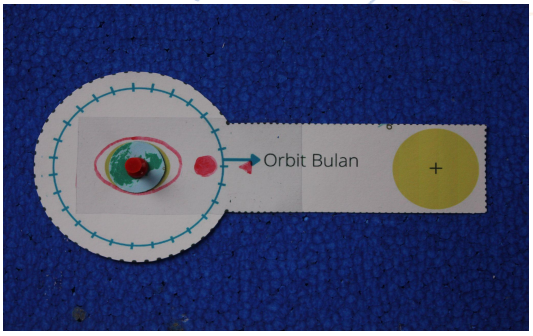
- Model Matahari-Bumi (disediakan pada lampiran)
- Model Bulan (disediakan pada lampiran)
- Model Bumi (disediakan pada lampiran)
- Plastik mika bening 1 (satu) lembar
- Spidol papan tulis berwarna gelap
- Gunting
- Pin/paku payung 2 (dua) buah
- Gabus ukuran A4 1 (satu) lembar
- *Double tape* / lem gabus

Langkah Aktivitas

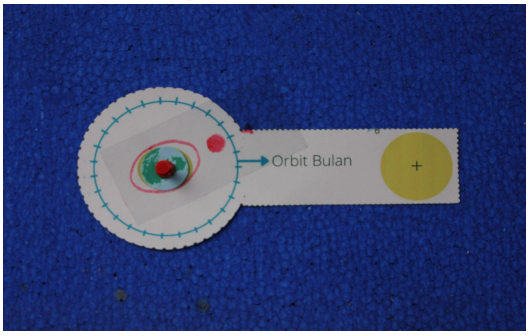
1. Potong model Bumi-Matahari dan model Bumi yang sudah dicetak pada kertas (Gambar 2).
2. Jiplak seluruh bagian model Bulan pada plastik mika. Kemudian, gunting mika sesuai dengan kotak model Bulan.
3. Tempel model Bumi-Matahari pada gabus menggunakan ***double tape***/lem gabus.
4. Taruh plastik mika model Bulan di atas lingkaran Bumi di model Bumi-Matahari. Kemudian, taruh di atasnya model Bumi yang sudah dipotong.
5. Satukan ketiganya dengan menancapkan paku payung pada tanda "+" di model Bumi (Gambar 3).
6. Pastikan plastik mika dan model Bumi bisa diputar secara terpisah (Gambar 4).



Gambar 2. Bahan-bahan.



Gambar 3. Model Pasang-Surut.



Gambar 4. Model ketika mika diputar.

Lembar Kerja

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dan diskusikanlah jawabanmu dengan teman dan guru!

1) Pasang surut secara umum

   a) Perhatikan model Bumi-Matahari dan plastik mika model Bulan.

      i) Ada berapa tonjolan yang terlihat?
      Jawaban: _____ tonjolan.

      ii) Ke arah mana saja tonjolan tersebut?
      Jawaban: _____
      _____

      iii) Apa makna dari tonjolan tersebut?
      Jawaban: _____
      _____

      iv) Mengapa tonjolan ke arah Bulan lebih besar dari pada tonjolan ke arah Matahari?
      Jawaban: _____
      _____

   b) Putarlah plastik mika ke berbagai arah. Apakah tonjolan pada mika berubah arahnya terhadap Bulan? Lingkari salah satu pilihan berikut!
   Jawaban: YA / TIDAK

   c) Putarlah plastik mika sehingga lingkaran Bulan berada di antara Bumi dan Matahari.

      i) Fase Bulan apakah ini?
      Jawaban: _____

      ii) Apakah tonjolan akibat Matahari dan Bulan searah? Lingkari salah satu pilihan berikut!
      Jawaban: YA / TIDAK

      iii) Apa makna dari kedua posisi tonjolan tersebut?
      Jawaban: _____
      _____
      _____

   d) Biarkan plastik mika di posisi tersebut. Kemudian, putarlah lingkaran Bumi sebanyak 1 putaran (setara dengan 1 hari Bumi). Berapa kali pasang dan surut yang dirasakan suatu titik di permukaan Bumi dalam 1 hari?
   Jawaban: ____ kali.

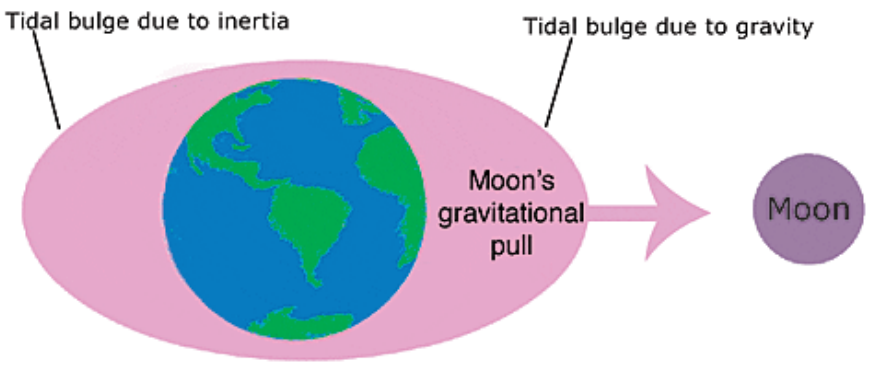
2) Lengkapi tabel berikut (tabel ada di halaman selanjutnya) berdasarkan apa yang terlihat pada model (gerakkan model Bulan untuk membantu memvisualisasikan jenis pasang dan kaitannya dengan fase Bulan). Kolom dua diisi Ya / Tidak, kolom tiga diisi Purnama / Perbani, dan kolom empat diisi Tinggi / Sedang / Rendah. Contoh diberikan untuk baris pertama. Kosongkan kolom bila tidak ada yang harus diisi.

Tabel 1. Hubungan jenis dan ketinggian pasang dengan fase Bulan.

Fase Bulan	Pasang akibat Bulan dan Matahari bertumpuk?	Jenis pasang	Ketinggian Pasang
Baru	Ya	Purnama	Tinggi
Sabit muda			
Kuartil awal			
Cembung awal			
Purnama			
Cembung akhir			
Kuartil akhir			
Sabit tua			
Mati			

Latar Belakang Sains

Peristiwa pasang surut merupakan dampak terlihat dari tarikan gravitasi Bulan dan Matahari terhadap Bumi. Hal ini sudah diketahui sejak dijelaskan oleh Isaac Newton melalui teori gravitasinya pada tahun 1687 (Ekman, 1993). Mekanisme pasang air laut dapat diilustrasikan melalui Gambar 5.



Gambar 5. Ilustrasi efek tarikan gravitasi Bulan pada kenaikan permukaan air laut (elips merah muda). (https://oceanservice.noaa.gov/education/tutorial_tides/tides03_gravity.html)

Terlihat pada Gambar 5 permukaan air laut yang menghadap Bulan akan tertarik oleh gravitasi Bulan (dan Matahari yang berada di luar cakupan gambar), diilustrasikan oleh "tonjolan" yang mengarah ke Bulan. Tonjolan ini, yang adalah peristiwa pasang, akan selalu mengarah ke arah benda penariknya (Bulan dan Matahari). Tonjolan di sisi sebaliknya, yang tidak mengarah ke benda penarik, disebabkan oleh kelembaman, yakni sifat suatu benda yang ingin lepas karena ditarik dari arah yang berlawanan. Contoh sederhana kelembaman adalah saat seseorang memutar sebuah ember berisi air mengelilinginya. Air dalam ember akan tetap berada di dalam ember karena efek kelembaman.

Lalu mengapa peristiwa pasang surut terjadi dua kali sehari? Hal ini terjadi karena selagi pasang selalu mengarah ke benda penariknya, Bumi juga berotasi. Akibatnya, suatu tempat di Bumi pasti akan melewati bagian permukaan laut yang mengalami pasang dan surut dua kali dalam sekali rotasi Bumi, yakni dua kali sehari. Ilustrasinya bisa dipraktekkan pada model yang sudah dibuat, yakni dengan memutar model Bumi selagi model Bumi-Matahari dan Bumi-Bulan tidak berubah.

Karena ada dua benda langit yang menarik permukaan laut, yakni Bulan dan Matahari, maka sejatinya ada dua tonjolan pasang yang terjadi setiap saat, mengacu pada posisi masing-masing. Pada fase Bulan purnama dan baru, tonjolan akibat gravitasi Bulan dan Matahari akan saling bertumpuk (lihat model) sehingga pasang yang dihasilkan lebih tinggi dari biasanya. Jenis pasang ini disebut sebagai pasang purnama. Sementara itu, ketika Bulan berada pada fase kuartil, kedua tonjolan pasang akan saling meniadakan (lihat model) sehingga pasang yang dihasilkan akan lebih rendah dari biasanya. Jenis pasang ini disebut pasang perbani.

Gambar 6. Kondisi Teluk Fundy, Kanada, saat surut (atas) dan pasang (bawah). (https://www.worldatlas.com/articles/where-is-the-world-s-largest-tidal-range.html)

Ketinggian pasang di setiap daerah berbeda, terutama karena dampak bentuk pesisir. Sebagai contoh, di Teluk Fundy, Kanada, ketinggian pasang bisa mencapai 15 m (Bay of Fundy Tourism Partnership, 2021) (Gambar 2). Bandingkan dengan ketinggian pasang di Teluk Jakarta yang hanya berkisar 2 m (Badan Informasi Geospasial, 2021). Selain perbedaan ketinggian, pasang sendiri dapat menciptakan fenomena unik lain yang disebut ombak bono (***tidal bore***) (Gambar 3). Ombak ini hanya muncul di sungai-sungai yang memiliki muara yang sempit sehingga ketika pasang terjadi, air laut pasang akan membalikkan arus sungai di sekitar muara berbalik ke arah hulu dalam bentuk ombak-ombak besar. Peristiwa ombak bono sekarang menjadi daya tarik wisata selancar yang terkenal seperti di Sungai Kampar, Provinsi Riau.

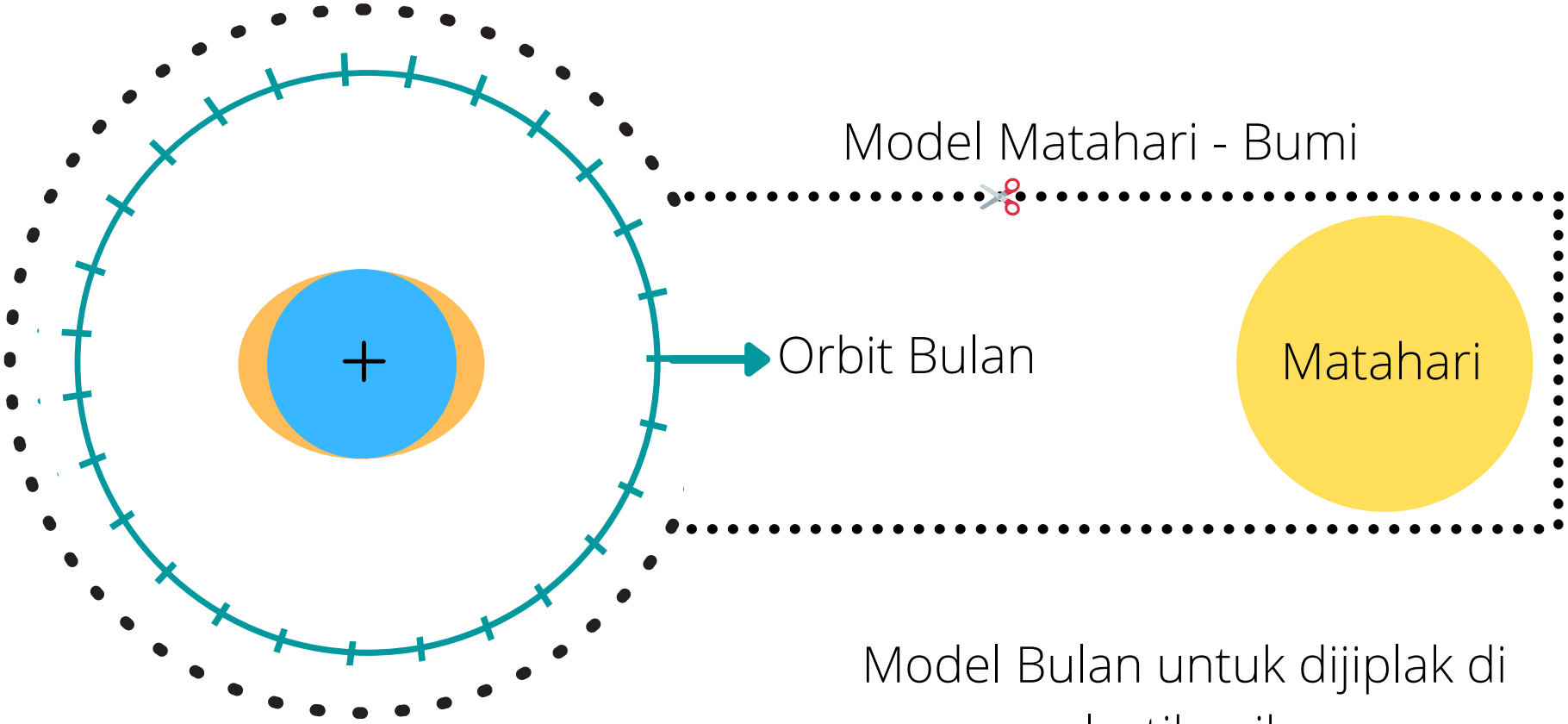
Gambar 7. Ombak Bono. (https://www.nativeindonesia.com/ombak-bono/)

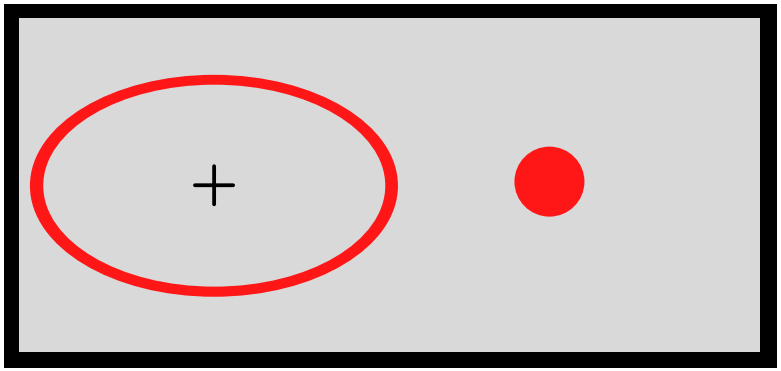
Kunci Jawaban Lembar Kerja

1.a.	(i) Terdapat empat tonjolan. (ii) Ada yang mengarah ke Matahari, Bulan, dan berlawanan dari arah Matahari dan Bulan. (iii) Tonjolan menggambarkan air laut yang tertarik gravitasi Bulan dan Matahari. (iv) Tonjolan ke arah Bulan lebih besar karena tarikan gravitasi Bulan lebih besar daripada tarikan gravitasi Matahari. Hal tersebut karena jarak Bulan lebih dekat ke Bumi ketimbang Matahari
1.b.	YA. Tonjolan mengikuti pergerakan Bulan karena tonjolan tersebut merupakan air laut yang tertarik gravitasi Bulan dan mengalami pasang.
1.c.	(i) Fase Bulan baru/mati. (ii) YA. (iii) Pada fase Bulan Baru, pasang akibat Matahari dan Bulan berada pada arah yang sama sehingga bergabung menjadi pasang yang tertinggi selain pasang pada fase purnama.
1.d.	Ketika Bumi berputar pada porosnya (berotasi), permukaan Bumi melalui dua tonjolan pasang dalam satu hari. Artinya, satu tempat di Bumi akan mengalami dua kali pasang dan surut dalam satu hari.

Fase Bulan	Pasang akibat Bulan dan Matahari bertumpuk?	Jenis pasang	Ketinggian Pasang
Baru	Ya	Purnama	Tinggi
Sabit muda	Tidak	-	Sedang
Kuartil awal	Tidak	Perbani	Rendah
Cembung awal	Tidak	-	Sedang
Purnama	Ya	Purnama	Tinggi
Cembung akhir	Tidak	-	Sedang
Kuartil akhir	Tidak	Perbani	Rendah
Sabit tua	Tidak	-	Sedang
Mati	Ya	Purnama	Tinggi

Model Pasang-Surut



Model Bumi

Model Bulan untuk dijiplak di plastik mika