



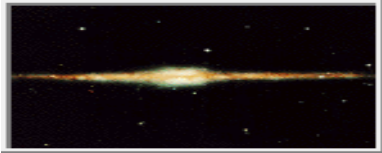
JAGAD RAYA DAN PROSES PEMBENTUKANNYA

GALAKSI atau GALAKTIKA

Pada waktu malam, ketika langit bersih dan bulan tidak menampakkan dirinya (kondisi bulan mati), kita kadang dapat melihat **selempang putih** yang membentang di belahan bumi selatan. Selempang putih tersebut nampak sebagai bintik-bintik kabut yang berjuta-juta jumlahnya. Apakah selempang putih tersebut? Mungkinkah awan? Tetapi mengapa **letaknya selalu tetap?**, yakni di belahan langit utara maupun selatan?

Pertanyaan-pertanyaan seperti itu terbersit juga di benak **Galileo Galilei** yang kemudian dengan cermat dan meneliti kabut yang berjuta-juta tersebut, hingga akhirnya dapat disimpulkan bahwa **selempang putih yang berujud seperti kabut tersebut adalah bintang yang berjuta-juta jumlahnya**. Para ahli astronomi menyebutnya sebagai **galaksi (galaxy)** atau **galaktika**, atau dalam bahasa Inggris disebut sebagai **Milky way** (=jalur susu).

Selanjutnya, para ahli astronomi pun menyimpulkan bahwa di dalam jagad raya atau alam semesta ini terdapat beribu-ribu galaksi. Matahari kita dengan planet-planet serta satelit-satelitnya berada pada salah satu galaksi itu. Nama **galaksi tempat matahari kita** berada disebut **Bimasakti**.



Para ahli astronomi menyatakan bahwa diameter Bimasakti sebesar 100.000 tahun cahaya, sementara tebal bagian tengah cakram Bimasakti sebesar 10.000 tahun cahaya.

TATA SURYA atau SISTEM MATAHARI KITA

Bila kita mengamati matahari pada siang hari serta bulan dan bintang pada malam hari, kita melihat bahwa semua benda langit tersebut seolah-olah tampak bergerak mengelilingi bumi. Sulit membayangkan bahwa bumi sebenarnya bukan pusat alam semesta, tetapi hanya merupakan salah satu satelit yang mengelilingi benda langit yang lain, yakni Matahari.

Oleh karena itu, wajarlah kalau pada awal perkembangan ilmu astronomi, hipotesis yang paling banyak diterima tentang kedudukan bumi di alam semesta, adalah hipotesis **GEOSENTRIS**, yakni, bumi sebagai PUSAT Tata Surya.

Claudius Ptolomeus, Nicolaus Copernicus, dan Johannes Kepler mempunyai pandangan yang berbeda mengenai peredaran benda langit.

Sudah sejak lama, bangsa Mesir, Babilonia, Cina, dan Yunani secara teliti mengamati benda langit dan peredarannya

Bangsa Yunani mengamati bahwa di langit ada benda yang bergerak relatif terhadap bintang-bintang. Mereka menyebutnya sebagai **Planeten** yang berarti pengelana.

Tokoh pertama yang mengembangkan kosmologi dari Yunani adalah **PYTHAGORAS** yang mengembangkan gagasan bahwa alam semesta mengikuti hukum-hukum yang bersifat kuantitatif.

PYTHAGORAS menyatakan bahwa **benda-benda langit**, yakni bulan, matahari, bumi, dan planet-planet **terletak pada bola-bola konsentris (sepusat)** yang berputar mengitari suatu sumber api sebagai pusat alam semesta (Api Pusat).

Setelah Pythagoras, tokoh lain yang berperan dalam perkembangan kosmologi Yunani adalah PLATO, EUDOXUS, dan ARISTOTELES

PLATO berpendapat bahwa lingkaran dan bola berbentuk geometri paling sempurna. Ia berpendapat bahwa semua benda langit bergerak dalam lintasan berbentuk lingkaran karena mereka diciptakan oleh makhluk paling sempurna, yaitu Tuhan. Menurutnya, **semua benda langit bergerak mengitari bumi yang bulat dalam lintasan berbentuk lingkaran**

EUDOXUS, murid Plato, mengembangkan teorinya berdasarkan pengamatan benda-benda langit. Menurutinya, **semua planet terletak pada bola-bola konsentris dan pergerakan planet-planet tersebut disebabkan karena ROTASI bola-bola ini**. Karena laju rotasi dan kedudukan sumbu rotasi bola-bola ini berbeda, maka efeknya adalah pergerakan planet, misalnya gerak RETROGRAD atau gerak maju mundur planet Mars.

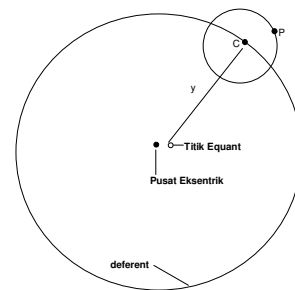
ARISTOTELES, mengembangkan gagasan Eudoxus. Ia berpendirian bahwa **bumi merupakan pusat alam semesta** dan menjadi titik pusat peredaran benda-benda langit seperti matahari, bulan, dan planet-planet.

Aristoteles yang hidup sekitar tahun 350 SM, mengatakan: bahwa alam semesta terdiri dari **55 buah bola sepusat**, dan **setiap bola menjadi tempat kedudukan satu benda langit**. Bola-bola ini masing-masing berputar dengan kecepatan yang berbeda sehingga kadang-kadang ada yang kelihatan bergerak mundur untuk kemudian maju lagi seperti yang diamati pada planet Mars (gerak retrograd) yang sebenarnya diakibatkan oleh kedudukan orbit Mars yang terletak di luar orbit bumi.

Bola terluar dari 55 buah bola ini **merupakan tempat kedudukan bintang yang tetap diam**, dan di luar sistem bola terdapat penggerak utama sistem semesta ini yang dalam bahasa Latin dinamakan PRIMUM MOBILE

Sekitar tahun 140 SM muncul teori lain tentang susunan dan struktur alam semesta. Teori ini seperti Aristoteles meletakkan bumi di pusat alam semesta. Diusulkan oleh **CLAUDIUS PTOLOMEUS**, yang berasal dari Alexandria Mesir.

PTOLOMEUS menjelaskan teorinya dalam buku *Almagest*, yang mengatakan bahwa **semua benda langit bergerak melingkari sebuah titik**, dan lintasan benda ini disebut **EPISIKEL (Epicycle)**. Episikel bergerak dalam lingkaran yang lebih besar yang disebut **DEFERENT**. Bumi bukan pusat *deferent* melainkan terletak tidak terlalu jauh dari pusat *deferent*, yakni pada titik yang disebut EQUANT



Hipotesis Ptolomeus bertahan cukup lama dan dianggap sebagai model standar alam semesta selama hampir 15 abad

ARISTARCHUS dari Samos. Mengatakan: **Pusat alam semesta bukan bumi melainkan matahari**. Bumi hanyalah salah satu dari beberapa planet yang mengitari matahari dalam orbit yang berbentuk lingkaran. Namun, pendapatnya ini ditentang oleh Aristoteles dan Ptolomeus yang mengusulkan hipotesis GEOSENTRIS

Hipotesis GEOSENTRIS bertahan hingga belasan abad.

Pada abad ke-15 terjadi revolusi besar dalam teori tentang tata surya. Diusulkan oleh **NICOLAUS COPERNICUS (1473-1543)**.

COPERNICUS, sebagaimana Aristarchus mengusulkan bahwa semua benda langit termasuk bumi bergerak mengitari matahari dalam orbit berbentuk lingkaran. Teori **HELIOSENTRIS** ini dituangkan dalam buku berjudul *De Revolutionibus Orbium Coelestium*

Copernicus beranggapan bahwa teori Ptolomeus terlalu mengada-ada dan rumit.

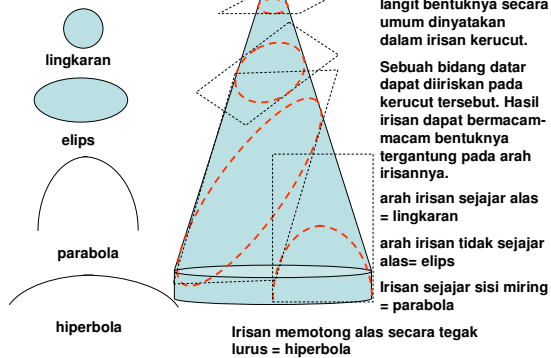
Sekitar tahun 140 SM muncul teori lain tentang susunan dan struktur alam semesta. Teori ini seperti Aristoteles meletakkan bumi di pusat alam semesta. Diusulkan oleh **CLAUDIUS PTOLOMEUS**, yang berasal dari Alexandria Mesir.

Teori Heliosentris Copernicus, kemudian dikembangkan antara lain oleh beberapa ilmuwan Eropa, seperti **TYCHO BRAHE, JOHANNES KEPLER, GALILEO GALILEI**, dan **GIORDANO BRUNO**

Tycho Brahe adalah bangsawan Denmark yang memiliki Observatorium yang bekerja dibantu oleh asistennya Johannes Kepler. → hasil pengamatan Tycho Brahe digunakan oleh Kepler untuk merumuskan hukum empiris tentang pergerakan planet

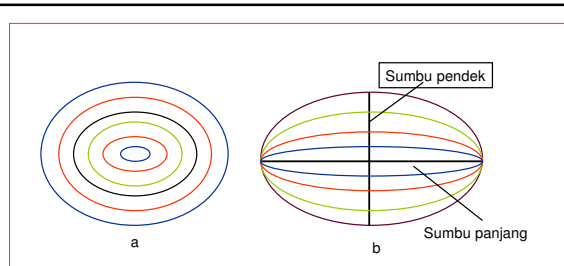


LINTASAN ORBIT

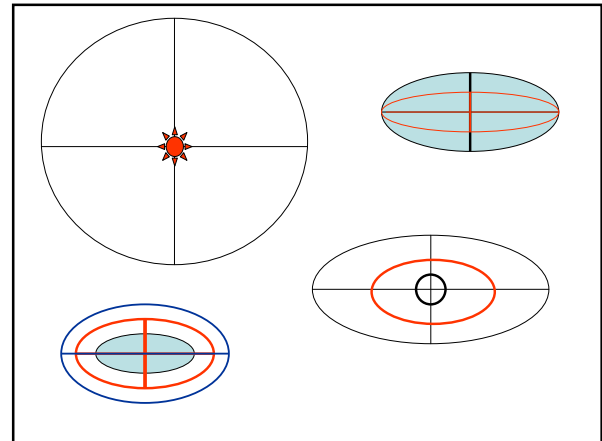


Sebagian besar objek tata surya bergerak dalam lintasan yang berbentuk elips, kecuali **KOMET** yang memiliki bentuk lintasan hiperbola atau parabola.

Elips adalah sebuah bangun geometri yang memiliki **kelonjongan** tertentu. Pada sebuah elips terdapat dua buah sumbu yang dinamakan **sumbu panjang** dan **sumbu pendek**. Pada sumbu panjang elips terdapat dua buah titik yang dinamakan **titik api elips**. Jarak kedua titik api ini menentukan kelonjongan elips atau **EKSENTRISITAS**-nya. Semakin besar jaraknya, semakin eksentrik elips tersebut. Bila kedua titik api berimpit, elips memiliki eksentrisitas 0 atau sama dengan berbentuk lingkaran. Bila titik api kedua terletak jauh tak terhingga, bentuk yang muncul adalah parabola atau hiperbola.



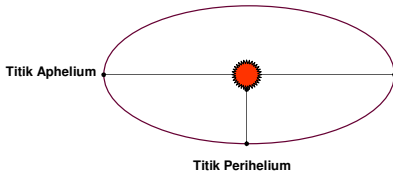
(a). Elips yang memiliki eksentrisitas sama dengan bermacam-macam sumbu panjang dan pendek. (b) elips-elips yang memiliki sumbu panjang yang sama, dengan bermacam-macam eksentrisitasnya.



HUKUM KEPLER

Kepler merumuskan hukum-nya secara empiris berdasarkan pengamatan pada pergerakan planet yang dilakukan bersama Tycho Brahe dengan menggunakan hipotesis yang diusulkan oleh Copernicus.

Hukum Pertama: Semua planet bergerak mengelilingi matahari dalam lintasan yang berbentuk elips, dengan matahari terletak pada salah satu titik apinya.



Penyelidikan Kepler terhadap lintasan planet-planet, menunjukkan bahwa setiap planet memiliki harga eksentrisitas yang tidak sama.

$$\frac{1}{2} (\text{jarak aphelium} - \text{perihelium})$$

Jarak rata-rata

Contoh: Diketahui jarak terjauh antara planet bumi dan matahari adalah 152,5 juta km. Jarak terdekat adalah 147,5 juta km. Berapa harga eksentrisitas elips planet bumi?

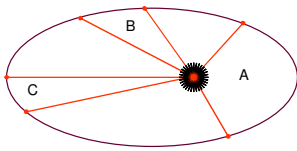
Jawab: Jarak rata-rata = $\frac{1}{2} (152,5 \text{ juta} + 147,5 \text{ juta}) = 150 \text{ juta km}$.

$$\frac{1}{2} (152,5 \text{ juta} - 147,5 \text{ juta}) = 2,5$$

Jadi harga eksentrisitas planet bumi adalah:

$$2,5 : 150 = 1/60$$

Hukum Kedua: Luas sektor elips yang disapu planet dalam waktu yang sama adalah sama besar.



Kepler mendapatkan hukum ini karena ia mengamati bahwa sebuah planet yang sedang berada di dekat matahari akan bergerak lebih cepat dibandingkan kalau berada jauh dari matahari

Hukum Ketiga: Kuadrat periode sideris (periode mengelilingi matahari) sebuah planet berbanding lurus dengan pangkat tiga jarak rata-ratanya dari matahari

Jika waktu beredar planet adalah t dan jarak rata-ratanya adalah j maka untuk setiap planet berlaku rumus:

$$\frac{t^2}{j^3}$$

Hukum Kepler tidak hanya cocok untuk orbit planet yang mengelilingi matahari saja, tetapi juga untuk orbit satelit-satelit yang bergerak mengelilingi planet induknya.



TEORI TERJADINYA TATA SURYA

Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal

(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia. Maha Suci Engkau, maka periharalah kami dari siksa neraka

(Al Qur'an Surat Ali Imran, 190-191)

1. **Teori Turbulensi** oleh Rene Descartes (1596-1650)

Bahwa alam semesta yang berisi eter dan materi dipenuhi dengan pusaran-pusaran. Pusaran-pusaran materi inilah yang mengakibatkan munculnya tata surya.

(Sekarang teori ini sudah tidak bisa diterima lagi karena tidak dapat menjelaskan tentang adanya bidang ekuatorial)

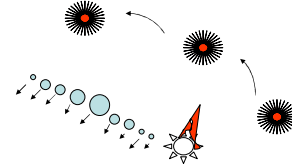
2. **Teori Pasang Surut** oleh Buffon (1707-1788)

Bahwa Tata Surya berasal dari terlemparnya sebagian materi matahari akibat bertumbukan dengan sebuah komet yang berlangsung sekitar 70.000 tahun yang lalu

Teori ini diperbaiki oleh Bickerton (1880), Chamberlain (1901), dan Moulton (1905). → menjadi **Teori Planetesimal**

Mereka mengemukakan bahwa pada suatu ketika sebuah bintang lewat di dekat matahari sehingga sebagian materi matahari tertarik oleh gaya gravitasi bintang ini. Materi yang tertarik ini kemudian memadat menjadi planet-planet dan satelit-satelitnya.

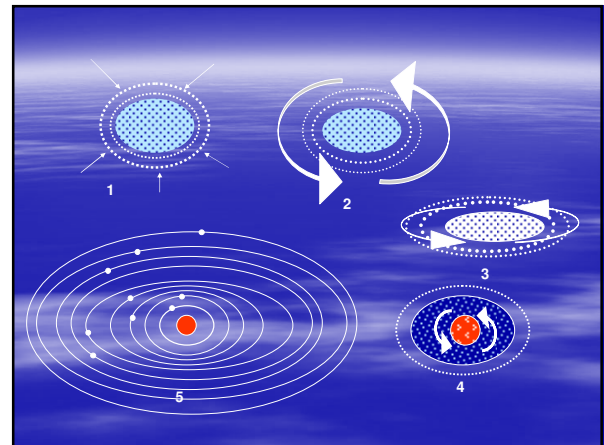
(Sekarang teori ini sudah tidak bisa diterima lagi karena jarak antar bintang sangat jauh dan proses seperti di atas kecil sekali kemungkinan terjadinya).



3. **Teori Kabut atau Nebula** pertama kali diusulkan oleh Immanuel Kant (1724-1804) dan Pierre Simon de Laplace (1749-1827)

Tata Surya berasal dari sebuah awan gas raksasa yang mengerut sambil berputar akibat gaya gravitasi. Saat mengerut kecepatannya semakin bertambah sehingga bentuknya yang berupa bola berubah menjadi piringan yang terus berputar. Karena terus berputar, ada bagian-bagian piringan yang terlempar ke luar yang kemudian memadat menjadi planet-planet dan satelit-satelitnya.

Teori tersebut disempurnakan oleh Gerard P Kuiper



Perkembangan peralatan astronomi memungkinkan para ahli mendapatkan fakta yang lengkap dan mendalam tentang tata surya kita. Pengamatan para ahli menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Semua planet mengitari matahari dalam arah yang berlawanan dengan arah jarum jam. Demikian pula gerak rotasi matahari.
2. Kecuali Merkurius dan Pluto, bidang orbit semua planet hampir berimpit.
3. Eksentrisitas orbit planet-planet hampir 0, kecuali Merkurius dan Pluto
4. Kecuali Venus dan Uranus, semua planet berotasi searah dengan arah orbitnya
5. Momentum sudut tata surya terkonsentrasi pada planet-planet
6. Satelit-satelit planet sebagian berevolusi dalam arah yang sama dengan arah rotasi planet induknya dan terletak di bidang ekuator planet yang bersangkutan.
7. Ada unsur-unsur berat seperti oksigen dan nitrogen yang tidak mungkin terbentuk di matahari, tetapi hanya terbentuk di dalam inti bintang yang massanya sangat besar dan terlempar keluar pada saat tahap akhir evolusi bintang itu melalui suatu ledakan yang disebut SUPERNOVA.

Menurut para ahli, tata surya terbentuk 4,6 milyar tahun lalu. Tata surya berasal dari suatu awan gas raksasa berbentuk bola dan berdiamater sama dengan orbit Pluto. Awan gas ini berputar mengitari pusat galaksi dan suatu ketika bertemu dengan lengan-lengan spiral galaksi yang merupakan sumber unsur-unsur berat yang dilemparkan oleh ledakan supernova.

Ledakan supernova di lengan spiral ini mengakibatkan munculnya gelombang kejut dan gelombang kejut ini menyebabkan kerapatan awan menjadi tidak merata. Bagian yang paling mampat menarik bagian-bagian awan yang lain dengan gaya gravitasinya, dan bagian yang paling mampat inilah yang akan menjadi matahari atau protomatahari. Gaya gravitasi yang ditimbulkan oleh pusat awan diimbangi menjadi gerak melingkar oleh bagian-bagian awan yang lain sehingga seluruh awan berubah menjadi piringan pipih yang berputar.

Bagian matahari atau protomatahari (calon matahari) masih terus menarik materi dan gesekan partikel awan membuatnya semakin bertambah panas sehingga akhirnya mencapai beberapa juta derajat celsius. Ketika temperatur ini dicapai terjadilah suatu reaksi pembentukan unsur helium dari hidrogen yang diikuti dengan pelepasan energi. Pelepasan energi inilah yang membuat matahari menjadi bersinar terus menerus. Saat dimulainya reaksi ini ditetapkan sebagai saat lahirnya matahari.

Terjemahan dari:

Al Qur'an, Surat Al Anbiya, ayat 30: ... *Bahwa ruang waktu dan energi materi itu dahulu sesuatu yang padu (dalam singularitas), kemudian Kami pisahkan keduanya itu.*

Al Qur'an, Surat Adz Dzariat, ayat 47: ... *Dan ruang waktu itu Kami bangun dengan kekuatan (ketika dentuman besar dan inflasi melandanya sehingga beberapa dari dimensinya menjadi terbentang). Dan sesungguhnya Kamilah yang meluaskannya (sebagai kosmos yang berekspansi).*



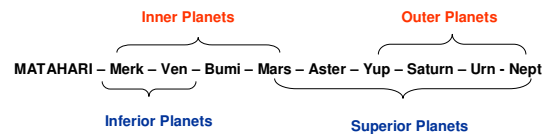
TATA SURYA

- Tata surya terdiri atas matahari, planet-planet, satelit, komet, meteor, dan asteroid.
- Matahari sebagai pusat tata surya sementara planet-planet dan lainnya beredar mengelilingi matahari



Susunan Tata Surya

- Tata surya kita terdiri atas sembilan planet yang memiliki sifat, ukuran, dan gerakan yang tidak sama dengan susunan sbb.



Inner Planets :planet dalam

Outer Planets : planet luar

Inferior Planets : Planet dekat Matahari

Superior Planets : Planet jauh dari Matahari

Matahari

- Matahari sesungguhnya adalah sebuah bintang. Yang membedakannya dengan bintang-bintang yang lain adalah **karena jaraknya yang dekat dengan bumi (150 juta kilometer)**. Karenanya, pancaran sinar Matahari sampai ke bumi dan menjadi sumber energi bagi kehidupan di bumi.
- Beberapa bangsa kuno menganggap Matahari sebagai "Tuhan atau Dewa" mereka, seperti bangsa Aztec, Inca, dan bangsa Mesir Kuno.

- Pengamatan terhadap Matahari sudah dilakukan oleh bangsa Cina (2000th SM) dan bangsa Yunani (600th SM). Pada tahun 350 SM, **Theophrastus** dari Athena menjadi orang pertama yang mengamati adanya BINTIK MATAHARI. Kemudian diikuti oleh ahli astronomi lain seperti Galileo Galilei, Tycho Brahe, Johannes Kepler, dll.

Parameter Fisik Matahari	Ukuran
Umur	4,5 milyar tahun
Massa	$1,99 \times 10^{30}$ kg
Jari-jari	696.000 km
Kerapatan rata-rata	$1,4 \text{ gr / cm}^3$
Jarak rata-rata dari bumi	150 juta km
Periode rotasi di equator	26 hari
Percepatan gravitasi di permukaan	274 m /det^2
Temperatur permukaan	6.000° C

Bagian-bagian Matahari



❖ Angkasa Matahari

- **Fotosfer**. adalah bagian Mthr yang paling mudah kelihatan dari bumi. Bagian ini memiliki temperatur sekitar 6000°C dan didominasi oleh unsur Hidrogen dan Helium (75% dan 23%, sisanya unsur-unsur lain)
- **Kromosfer**. Berada di atas fotosfer terdapat lapisan tipis yang jelas terlihat saat terjadi gerhana mthr total. Tebal kromosfer antara 2000 – 3000 km.
- **Korona (Corona)**. Merupakan lapisan terluar dari Mthr. Kecerlangan korona jauh lebih rendah daripada Fotosfer, oleh karena itu hanya bisa diamati ketika terjadi gerhana mthr total

❖ Permukaan Matahari dan gejala-gejalanya

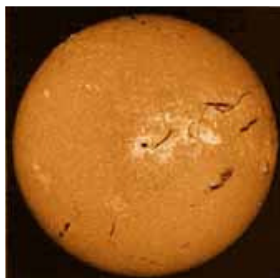
- **Granulasi** adalah daerah terang yang dikelilingi oleh daerah gelap di permukaan mthr. Granulasi menunjukkan adanya aliran gas ke fotosfer.
- **Bintik Matahari (Sunspot)**. Merupakan bentuk bercak gelap di permukaan Mthr. Jumlah bintik Mthr tidak tetap, selalu berubah-ubah dengan periodisasi rata-rata 10,5 tahun.
- **Rotasi Matahari**. Rotasi Mthr pertama kali diamati oleh Galileo Galilei. Rotasi Mthr berkaitan dengan munculnya bintik Mthr karena adanya rotasi diferensial (perbedaan laju rotasi di setiap lintang Mthr. Di equator Mthr periodenya 25,8 hari, di lintang 40° periodenya 28 hari dan di lintang 80° periodenya 36 hari) yang dibarengi dengan aktivitas magnetik Mthr.

❖ ...

- **Flare** adalah peningkatan intensitas pancaran Mthr. Pengaruhnya bisa sampai ke bumi, antara lain dengan terjadinya gangguan komunikasi atau terputusnya aliran listrik di suatu daerah di bumi. (Contoh: adanya badai magnetik dan terputusnya aliran listrik di Quebec Canada, 13 Maret 1989).
- **Lidah api Matahari (Prominensa)**. Menjulang di permukaan Mthr, bisa mencapai 1.000.000 km dari permukaan fotosfer. Prominensa menunjukkan adanya kegiatan magnetik Mthr.
- **Plage dan Faculae**. Plage terletak di sekitar bintik Mthr, adalah bagian kromosfer yang "lebih tenang". Kadang plage memancarkan cahaya, yang disebut dengan faculae (obor-obor kecil).
- **Spiculae** adalah semburan lidah api kecil di daerah perbatasan kromosfer. Spicule muncul di pinggir sel granulasi dan semburannya memiliki kecepatan 30 km/detik. Spicule merupakan sumber materi dari korona.



Korona (corona) Matahari



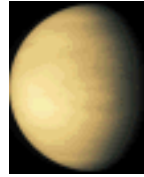
Bintik Matahari



Prominensa

- Merkurius ternyata mirip bulan. Di permukaannya **banyak terdapat kawah** akibat *bombardemen* (kejatuhan) meteor.
- Pengamatan oleh *Mariner 10* milik USA menunjukkan ada dua bagian permukaan di Merkurius, yaitu daerah yang dipenuhi dengan kawah dan daerah dataran tanpa kawah.
- Di Merkurius juga terdapat kegiatan **vulkanisme**, ditandai dengan adanya cekungan di permukaannya dan adanya meander (busur ngarai) yang menandakan pernah terjadi aliran lava.
- Planet Merkurius **tidak memiliki atmosfer** yang tebal akibat angin surya yang menimpanya. Planet ini hanya **diselubungi gas helium, natrium, dan oksigen yang sangat tipis**. Tidak adanya pelapukan pada permukaannya membuktikan tipisnya atmosfer planet ini.

Venus

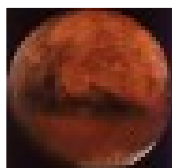


- Orang Jawa menyebutnya "**Lintang panjer esuk**" bintang yang bercahaya terang ketika pagi.
- Jarak planet Venus ke bumi lebih dekat daripada jarak ke matahari. Jarak Venus ke matahari sekitar 108 juta km, sementara jarak ke bumi sekitar 42 juta km. Garis tengah planet Venus sekitar 12.200 km.
- Rotasi planet ini belum dapat diketahui karena planet ini selalu tertutup awan pada atmosfernya. Kala revolusi planet venus kira-kira 7,5 bulan atau 0,62 tahun. Massa planet sekitar 0,82 x massa bumi, sementara berat jenisnya = 4,9 x berat jenis air.

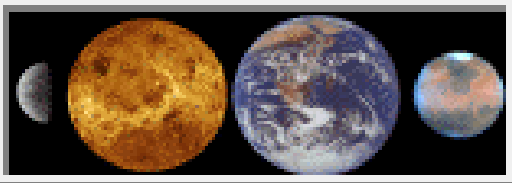
- Suhu planet Venus rata-rata 100°C, suhu permukaan 475°C. Merupakan planet yang tidak nyaman untuk dihuni manusia.
- Permukaan Venus didominasi oleh permukaan datar dan lereng-lereng, hanya 10% permukaan berupa dataran tinggi. Bentuk permukaan yang menonjol adalah adanya dua dataran tinggi yang diberi nama **Aphrodite Terra** yang seluas daratan Afrika dan **Ishtar Terra** yang seluas Australia. Juga terdapat plato yang bernama **Laksmi Planum**
- Pesawat tak berawak Venera 15 dan 16 mengamati adanya bentuk topografi lain yaitu kawah-kawah sebagai akibat jatuhnya meteorit di permukaan Venus, sejumlah 150 kawah dengan diameter 120-140 km.
- Di Venus terdapat **efek rumah kaca** karena komposisi terbesar atmosfernya adalah gas carbon dioksida (CO₂).

MARS

- Mars adalah sebuah planet yang ukurannya lebih kecil dari bumi, diameternya hanya 6.787 km, kira-kira setengah diameter bumi. Massa Mars hanya sekitar 11% dari massa bumi. Jarak planet Mars ke matahari sekitar 228.000.000 km. Kala rotasi planet selama 24 jam 36 menit, sementara kala revolusi selama 1,88 tahun atau 687 hari. Di planet ini terdapat pergantian musim seperti halnya di bumi, juga terdapat kutub yang tertutup es. Planet ini memiliki dua buah satelit, yaitu **Phobos** dan **Deimos**.
- Mars memiliki atmosfer dengan komposisi gas carbon dioksida, nitrogen, dan argon. Di atmosfer Mars tersebut sering terbentuk awan yang merupakan kumpulan partikel kecil yang terangkut ke angkasa.

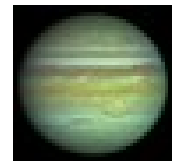


- Atmosfer Mars tidak cerah seluruhnya. Pesawat ruang angkasa Viking mengamati bahwa langit Mars selalu berwarna **kuning kejinggaan** akibat hamburan cahaya Mthr oleh partikel debu yang melayang-layang. Sesekali di atmosfer Mars terjadi **badai debu**.



Merkurius – Venus – Bumi – Mars → Planet Terrestrial (Kebumian)

YUPITER



- Merupakan **planet terbesar** (*The giant planet*) dalam susunan Tata surya Kita. Karena begitu besarnya, kita dapat memasukkan 1.300 benda seukuran bumi ke dalamnya.
- Dengan garis tengah sekitar 143.000 km. Massa planet Jupiter sebesar 318 kali massa bumi. Jarak planet ini ke matahari sekitar 778.000.000 km. Kala rotasi dan revolusinya, masing-masing 9,9 jam (10 jam) dan 11,86 tahun (12 tahun).
- Planet Jupiter banyak memiliki satelit. Hingga saat ini telah ditemukan 14 satelit yang selalu mengelilingi planet ini. Empat satelit, yakni *Ganymede*, *Callisto*, *Io*, dan *Europa* ditemukan pertama kali oleh Galileo Galilei pada tahun 1610, sehingga dinamakan satelit Galelian.

SATURNUS

- Planet Saturnus merupakan planet yang banyak menarik perhatian ahli perbintangan, karena planet ini memiliki *cincin* sebanyak tiga buah yang sifatnya kosentris, sehingga planet ini disebut sebagai permata tata surya, karena keindahan dan keelokan cincin yang mengitarinya.
- Dari matahari, orbit planet ini terletak lebih jauh daripada orbit planet Jupiter, sehingga pergerakan planet mengelilingi matahari (revolusi) lebih lambat. Jarak planet Saturnus ke matahari sekitar 1.430.000.000 km, dengan kala revolusi 29,46 tahun (30 tahun), dan kala rotasinya hanya 10,2 hari. Garis tengah planet ini sekitar 120.000 km.

- Sebagaimana Jupiter, planet Saturnus juga memiliki satelit yang cukup banyak. Hingga saat ini telah ditemukan 17 satelit, antara lain diberi nama *Titan*, *Rhea*, *Iapetus*, *Dione*, *Thetys*, *Mimas*, *Enceladus*, *Hyperion*, dan *Phoebe*. Beberapa satelit lain ditemukan pada tahun 1980 oleh misi Pioneer.



- James Clerk Maxwell berpendapat bahwa cincin Saturnus adalah **benda-benda kecil** yang berotasi mengelilingi Saturnus dengan laju yang berbeda-beda.
- Hipotesis mengatakan bahwa cincin Saturnus terbentuk karena **kegagalan kondensasi** "calon" satelit.
- Saat Saturnus sedang dalam proses pembentukannya, ketika mengalami kondensasi, di bagian ekuatornya terdapat sekumpulan materi yang nantinya terkondensasi membentuk satelit-satelit Saturnus. Karena adanya gaya pasang-surut Saturnus, ada bagian yang mengalami kegagalan dalam proses kondensasi tsb, sehingga tidak memadat menjadi satelit tetapi justru terpecah-pecah menjadi partikel-partikel kecil.

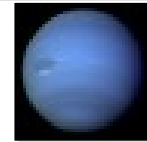
URANUS



- Ditemukan oleh William Herschel (1738-1822), dan diberi nama sebagai URANUS oleh Bode (th. 1784).
- Uranus relatif belum lama ditemukan karena jaraknya yang jauh dari matahari, yakni sekitar 2.900.000.000 km atau dua kali jarak Saturnus ke matahari. Karena jaraknya yang jauh tersebut, kala revolusi planet ini terhitung lambat, yakni 84 tahun, sementara kala rotasinya 10,7 hari (11 hari). Berat jenis planet ini 1,26, dan massa-nya sebesar 14,6 kali massa bumi. garis tengahnya sekitar 50.000 km. Planet Uranus memiliki 5 satelit yang diberi nama *Miranda*, *Titania*, *Ariel*, *Oberon*, dan *Umbriel*.

- Orbit Uranus sangat aneh. Sudut yang dibentuk sumbu rotasi terhadap bidang orbitnya cukup kecil (8°) sehingga ketika planet ini mengorbit Mthr tampak seperti menggelinding.
- Posisinya yang unik tersebut mengakibatkan cahaya Mthr jatuh di daerah kutub-kutubnya, bukan di daerah ekuator sebagaimana planet yang lain.
- Pengamatan dari bumi memperlihatkan atmosfer Uranus berwarna biru kehijauan berasal dari gas metana dan hidrogen yang mendominasi permukaannya.
- Suhu Uranus sangat dingin (-215°C).

NEPTUNUS

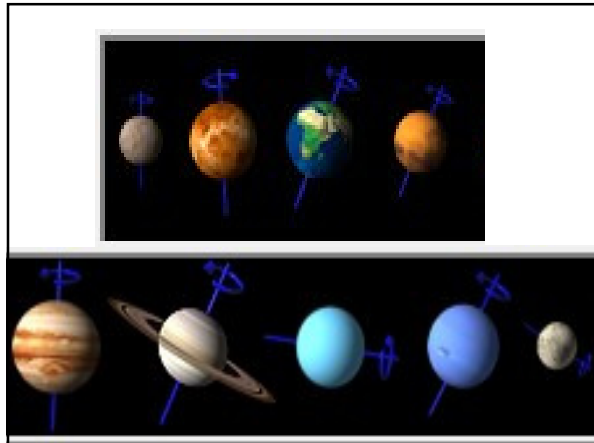


- Sebagaimana planet-planet yang jaraknya jauh dari matahari, sifat-sifat planet Neptune juga belum banyak diketahui. Planet ini pertama kali ditemukan pada tahun 1846 oleh ahli astronomi Inggris dan Perancis.
- Neptune memiliki massa sebesar 17,24 kali massa bumi, dengan garis tengah sekitar 48.000 km. Jarak planet ini ke matahari sekitar 4.500.000.000 km. Rotasinya selama 15,8 jam (16 jam), dan kala revolusinya selama 164,18 tahun. Karena jaraknya yang jauh dari matahari tersebut, maka suhu di bagian terluar dari planet Neptune adalah -200°C .

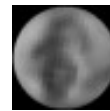
- Planet Neptunus juga memiliki cincin, meskipun tidak terlalu sempurna bentuknya. Planet ini memiliki dua satelit yang diberi nama *Triton* dan *Nereid*.
- Informasi tentang cincin Neptunus baru diperoleh sekitar tahun 1984. *Cincin Neptunus tidak penuh melingkari planet ini melainkan berbentuk busur*. Lebar busur kira-kira 20.000 km dari jari-jarinya 50.00 km.



PLANET JOBIAN = PLANET-PLANET SPT JUPITER
(unsur utama: hidrogen dan helium)



PLUTO



- Ditemukan oleh astronom *Clyde W Tombaugh* pada tahun 1930.
- Pluto merupakan planet kecil, dengan diameter 2.302km. Massanya $1,29 \times 10^{23}$ kg dengan kerapatan $0,5 - 0,8 \text{ gr / cm}^3$. Dengan ukuran yang demikian, menjadikan Pluto tidak termasuk ke dalam susunan planet Terestris maupun Jovian, bahkan lebih cocok dimasukkan dalam golongan satelit besar.
- Sebagian ahli menganggap Pluto sebagai satelit Uranus atau Neptunus.
- Pluto memiliki orbit yang sangat lonjong, harga eksentrisitasnya sangat tinggi mengakibatkan lintasannya kadang memotong lintasan Neptunus.

- Suhu permukaan Pluto adalah -240°C , dan terdiri dari metana, air, dan amoniak yang membeku. Planet ini diselubungi dengan atmosfer tipis yang mengandung metana.

Anggota Tata Surya Bukan Planet

- Bulan
- Komet
- Meteor
- Asteroid