

SATUAN JARAK DALAM ASTRONOMI

Satuan Astronomi (SA) atau *Astronomical Unit*

1 Astronomical Unit = 149 598 000 kilometers →
dibulatkan menjadi 150.000.000 kilometer

Menurut definisinya,

1 Satuan Astronomi adalah **jarak dari Bumi ke Matahari**.

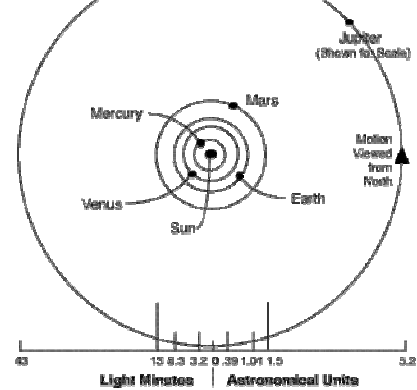
1 Satuan Astronomi (1 Astronomical Unit, biasa disingkat AU)
adalah **panjang setengah sumbu panjang dari lintasan Bumi mengitari Matahari**.

Satuan Astronomi biasanya digunakan untuk menyatakan jarak dalam skala tata surya kita.

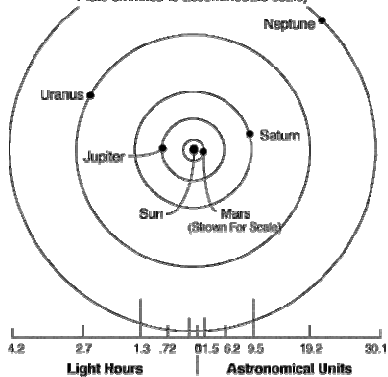
Misalnya: Jarak dari Planet Mars ke Matahari kurang lebih 1.5 AU (bayangkan betapa tidak enaknyanya kalau harus selalu mengatakan, jarak Mars-Matahari = 228 000 000 km), jarak dari Matahari ke Planet Jupiter adalah 5.2 AU, ke Saturnus 9.58 AU, dan menuju [planet katai Eris](#) kira-kira 67 AU.

	Distance (AU)	Rotation (Earth's)	# Moons	Orbital Eccentricity	Obliquity
Sun	0	25-36°	9	---	---
Mercury	0.39	58.8	0	0.2056	0.1°
Venus	0.72	244	0	0.0068	177.4°
Earth	1.0	1.00	1	0.0167	23.45°
Mars	1.5	1.029	2	0.0934	25.19°
Jupiter	5.2	0.411	16	0.0483	3.12°
Saturn	9.5	0.428	18	0.0560	26.73°
Uranus	19.2	0.748	15	0.0461	97.86°
Neptune	30.1	0.802	8	0.0097	29.56°
Pluto	39.5	0.267	1	0.2482	119.6°

Mean Distances Of The Terrestrial Planets From The Sun
(Orbits drawn approximately to scale)



Mean Distances Of The Jovian Planets From The Sun
(Orbits drawn approximately to scale. Pluto omitted to accommodate scale)



Tahun cahaya (*light year*)

Tahun cahaya bukanlah satuan waktu! Meskipun ada kata "tahun", tetapi "tahun cahaya" adalah satuan jarak.

1 tahun cahaya = 9.46×10^{12} km (sedikit di bawah 10 trilyun kilometer).

Dari manakah asal angka ini? Satu tahun cahaya adalah jarak yang ditempuh seberkas cahaya selama 1 tahun.

Wow! Seberapa cepat cahaya? Menurut pengukuran modern, dalam satu detik cahaya dapat menempuh jarak 300 000 km!

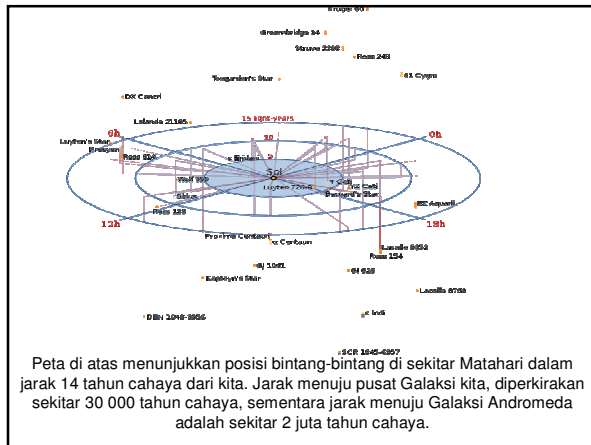
Artinya, dalam satu nanodetik (sepersemilyar detik), cahaya menempuh jarak 30 cm...yah kurang lebih sepanjang sisi panjang kertas A4.

Kalau selama setahun? Coba dihitung...dalam 1 menit ada 60 detik...dalam 1 jam ada 60 menit...dan dalam 1 hari ada 24 jam...berarti dalam 1 hari ada 86400 detik.

Dalam setahun kira-kira ada 365 atau 366 hari, tergantung apakah tahun kabisat atau tidak...

...dalam waktu 1 tahun, cahaya dapat menempuh jarak hampir 10 trilyun kilometer!

Mengapa kita membutuhkan satuan yang demikian besar? Jawabnya adalah karena jarak bintang terdekat dari Matahari adalah 40 trilyun kilometer! Jarak yang luar biasa besar ini tentu saja tidak nyaman untuk diungkapkan dalam kilometer, namun lebih mudah dituliskan dan nyatakan dalam tahun cahaya: 4.22 tahun cahaya. Jarak menuju beberapa bintang di sekitar Matahari kita biasanya dinyatakan dalam satuan ini: Jarak menuju Sirius adalah 8.58 tahun cahaya, jarak menuju [Wolf 359](#) adalah 7.78 tahun cahaya (Dalam serial *Star Trek: The Next Generation*, Wolf 359 adalah [lokasi pertempuran](#) antara armada Federasi dengan bangsa Borg).



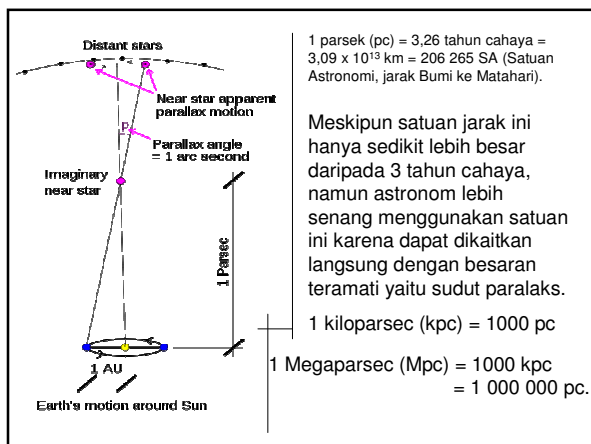
Parsec (pc)

Parsec adalah kependekan dari "**parallax of one arcsecond**". Ini juga merupakan satuan panjang,

1 parsec sama dengan kurang lebih 3.26 tahun cahaya. Jarak parsec ini ada kaitannya dengan jarak 1 satuan astronomi yang sudah kita bicarakan di atas.

Bila kita mengukur sudut paralaks sebuah objek dan menemukan bahwa sudut paralaksnya adalah 1 detik busur (sudut 1 derajat = 60 menit busur, 1 menit busur = 60 detik busur. Jadi, 1 detik busur = 1/3600 derajat),

maka jarak menuju objek tersebut adalah 1 parsec. Dengan sedikit perhitungan trigonometri, kita mendapatkan bahwa jarak **1 parsec = 206265 Satuan Astronomi, atau sama dengan 3.26 tahun cahaya, atau dalam kilometer: 1 parsec = 31000 trilyun kilometer.**



Dengan cara ini, kita dapat menyatakan jarak yang teramat jauh hanya dengan sedikit angka, misalnya:

- Galaksi M51 jaraknya 7 Mpc dari Galaksi kita!
- Jarak menuju bintang terdekat tadi, Proxima Centauri, adalah 1.3 parsec.
- Jarak menuju gugus bintang Pleiades adalah 135 parsec.
- Jarak menuju pusat Galaksi: sekitar 8.5 kpc.
- Jarak menuju Galaksi Andromeda: 780 kpc.
- Jarak menuju Galaksi M51: 7 Mpc
- (Perkiraan) jari-jari alam semesta kita: 24 Gigaparsec(!) atau Gpc. 1 Gpc = 1000 Mpc



Ångström

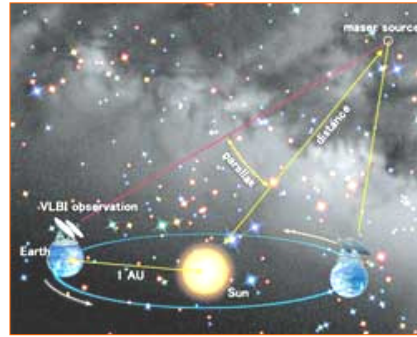
Ini juga satuan jarak, namun berbeda dengan satuan-satuan jarak yang telah dibahas di atas, kali ini adalah satuan jarak yang teramat kecil:

1 Ångström = 1/10 nanometer atau sama dengan satu per 10 milyar meter.

Bersama dengan nanometer dan mikrometer (mikron), astronom menggunakan satuan ini untuk menyatakan panjang gelombang elektromagnetik yang mereka amati.

Sinar Ultraviolet dekat, misalnya, berkisar antara 3000 hingga 4000 Angstrom, sementara sinar inframerah dapat berkisar antara 7000 hingga 30000 Angstrom.

Paralaks Bintang



Di malam hari yang gelap, kita dapat melihat taburan ratusan bintang di langit. Bintang-bintang tersebut hanya tampak sebagai titik-titik terang dan redup yang sama ukurannya di lihat mata kita.

Namun lebih jauh, seberapa terang suatu bintang tidak menentukan jaraknya terhadap kita. Untuk menentukan jarak bintang, para astronom menggunakan berbagai metode, antara lain dengan metode paralaks

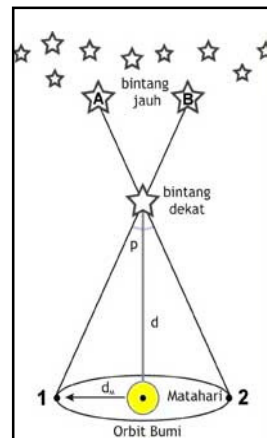
Parallaks

Jika kita merentangkan tangan dengan jari jempol teracung di depan wajah kita, maka kita akan melihat bahwa letak jempol kita berubah saat kita melihatnya dengan sebelah mata, bergantian. Letak jempol bergeser terhadap gambar di belakangnya, dan pergeseran ini dinamakan paralaks. Para astronom menggunakan efek ini untuk menghitung jarak ke bintang dengan menghitung sudut antara garis-garis pandang bintang, yang diamati di dua tempat yang berbeda.

Parallaks bintang

Untuk menghitung jarak ke bintang, para astronom menghitung pergeseran yang tampak pada bintang dalam kurun waktu satu tahun. Para astronom menggunakan dua waktu yang berbeda dalam mengamati bintang selama satu tahun periode ini, yaitu ketika bumi berada di tempat yang bersebrangan.

Sepanjang bumi mengelilingi Matahari, astronom melihat pergerakan bintang terhadap bintang-bintang di belakangnya yang karena jaraknya lebih jauh, terlihat diam. Semakin dekat bintang, parallaksnya semakin besar.



Paralaks bintang merupakan metode untuk mengukur jarak bintang. Seperti yang kita lihat pada gambar, garis-garis pandang dan garis yang menghubungkan posisi pengamatan membentuk segitiga dengan bintang sebagai puncaknya.

Andaikan d_{matahari} adalah jarak Bumi-Matahari, d adalah jarak Matahari – bintang, dan p adalah sudut paralaks,

didapatkan formula paralaks:
 $d \text{ (parsek)} = 1 / p \text{ (detik busur)}$

Semakin jauh bintang, semakin kecil parallaksnya, dan dibutuhkan *baseline* pengukuran yang lebih besar pula. Namun, *baseline* pengamatan dari bumi terbatas karena orbit planet kita mengelilingi Matahari. Oleh karena itu, pengukuran menggunakan parallaks ini terbatas hanya sampai sudut parallaks sebesar 0,01 detik busur, artinya bintang yang jaraknya lebih dari 100 parsek tidak dapat diukur menggunakan metode ini.

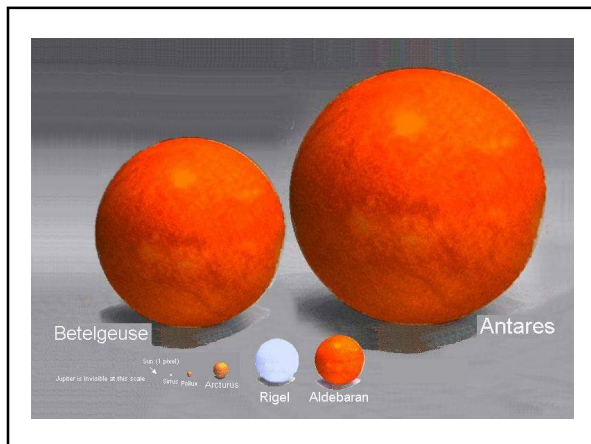
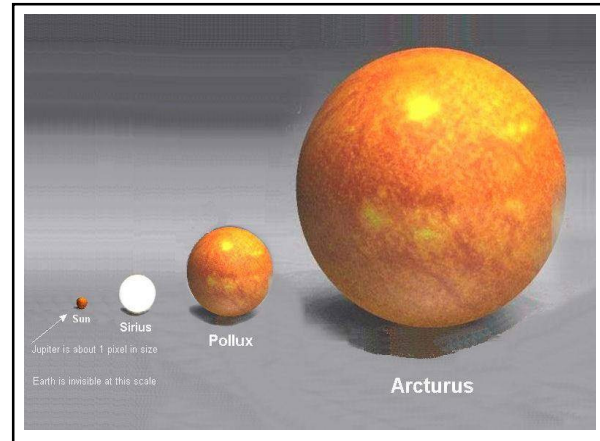
Namun, pada tahun 1989, ESA (European Space Agency) meluncurkan misi Hipparcos yang bertujuan menghitung sudut parallaks bintang-bintang di dalam galaksi kita. Hipparcos telah menghitung parallaks lebih dari 120.000 bintang yang jaraknya mencapai 650 parsek (500 tahun cahaya) dari Matahari.

BINTANG (STAR)

UKURAN BINTANG

Bintang yang ada di jagat raya mempunyai ukuran yang berbeda-beda. Ada yang sangat besar, ada yang sedang, dan ada yang sangat kecil.

Matahari yang dianggap sudah sangat besar untuk ukuran kita ternyata masih sangat kecil dibanding dengan bintang Betelgeuse (Betelgeuse). Apalagi jika dibandingkan dengan Bintang Antares.



Ukuran intang tidak hanya mengenai besar atau volumenya, tetapi juga mengenai tingkat terangnya atau magnitudo

Sejarah dimulai ketika **Hipparchus**, astronom Yunani, pada tahun 120-an SM berhasil menyusun katalog-bintang pertama. Katalog tersebut memuat 1080 bintang yang diamatinya (tanpa teleskop!).

Bintang paling terang disebut bermagnitudo 1; yang terang kedua disebut bermagnitudo 2; dan seterusnya, yang paling redup dikatakan bermagnitudo 6. Penamaan ini diadopsi oleh **Cladius Ptolemy** dalam menyusun katalog yang dinamainya Almagest.

Sejak ditemukannya teleskop, rentang magnitudo yang terbatas hanya 1-6 menjadi lebih lebar. Galileo menemukan bintang-bintang yang lebih redup dari bintang magnitudo 6-nya Ptolemy.

Seiring dengan perkembangan teleskop, semakin lebarlah rentang tersebut. Bintang-bintang yang semula redup sekali atau bahkan tidak tampak dengan mata biasa, dengan piranti optik ini bintang-bintang tersebut bisa nampak di depan mata.

Pada tahun 1850-an diyakini kepekaan indera manusia dalam menangkap rangsangan bersifat logaritmik.

Bintang yang bermagnitudo 1 ternyata 100 kali lebih terang daripada bintang bermagnitudo 6.

Berdasarkan hal ini, **Norman R. Pogson**, seorang astronom Oxford, menelurkan skala magnitudo.

Selisih satu magnitudo berarti perbedaan kecerlangannya sebesar akar-pangkat-dua dari 100, atau sekitar 2,512. Bilangan ini dikenal dengan rasio Pogson.

Beberapa bintang magnitudo 1 tampak jauh lebih terang daripada bintang bermagnitudo satu lainnya. Jadi, sebenarnya manakah bintang yang bermagnitudo satu, atau dengan kata lain, kalau menurut definisi Hipparchus adalah bintang yang paling terang?

Tidak ada pilihan cara lain selain melebarkan rentang skala magnitudo sampai bilangan 0 (nol), kemudian bilangan negatif. Bintang bermagnitudo 0 (nol), seperti Vega misalnya, berarti 2,5 kali lebih terang daripada bintang bermagnitudo 1; bintang bermagnitudo -1 lebih terang 2,5 kali daripada bintang bermagnitudo 0, dst.

Magnitudo yang dibahas di atas adalah **magnitudo semu (ditulis m)**, cerlangnya bintang kalau diamati dari Bumi.

Bintang-bintang yang terang itu bisa jadi karena memang dekat jaraknya dengan kita atau sebenarnya lumayan jauh tapi jauh lebih terang. (Perhatikan ada unsur "jarak" di sini).

Sebagai bandingan, bayangkan, Matahari pastilah tidak akan secerlang siang ini kalau dilihat dari planet Jupiter.

Maka, didefinisikanlah "**magnitudo mutlak**". Magnitudo mutlak (**M**) bintang menunjukkan seberapa terang bintang bila diletakkan sejauh 10 pc dari pengamat (1 pc = 3,26 tahun cahaya).

Tahun cahaya bukan satuan waktu melainkan satuan jarak. 1 tahun cahaya artinya jarak yang ditempuh cahaya selama 1 tahun).

Pada jarak tersebut Matahari (Matahari juga termasuk bintang, lho!) yang bermagnitudo (semu) sebesar -26,7, menjadi bermagnitudo 4,8. Cerlangnya berkurang sekitar 4 trilyun kali.

Perbedaan 4 tingkat (4^m) antara dua bintang, berarti perbedaan $(2,51)^4 = 39,8$ kali lebih terang

Perbedaan 5 tingkat (5^m) antara dua bintang, berarti perbedaan $(2,51)^5 = 100$ kali lebih terang

Besar semu (tingkat terang)	Nama Bintang (benda langit)
- 26,7 ^m	Matahari
- 12,6 ^m	Bulan purnama
- 4,3 ^m	Venus
- 2,5 ^m	Mars
0 ^m	Wega
0,2 ^m	Arcturus
1 ^m	Altair, Aldebaran
1,2 ^m	Antares

Contoh:

Hitunglah berapa kali planet Mars lebih terang daripada Antares?

Jawab:

Planet Mars lebih terang daripada Antares sebesar $3,7^m$.

Jadi Planet Mars $(2,51)^{3,7}$ kali lebih terang dari Antares =

$$(2,51)^3 \times (2,51)^{0,6} \times (2,51)^{0,1} = 15,8 \times 1,74 \times 1,10$$

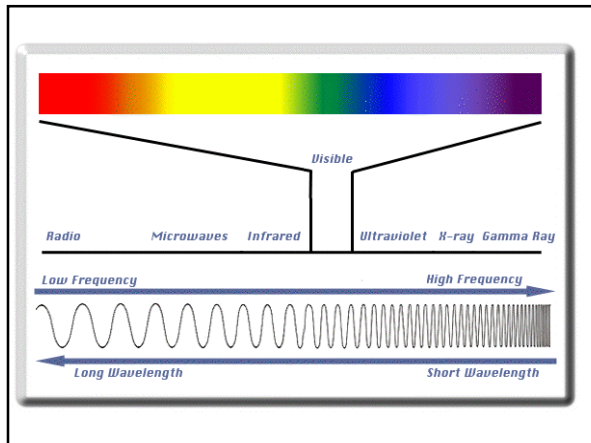
$$= 30,24 \rightarrow \text{dibulatkan} = 30$$

Jadi Planet Mars 30 kali lebih terang daripada Antares

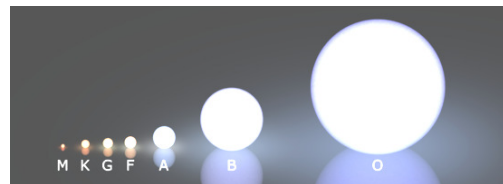
SPEKTRUM BINTANG

Dalam astronomi, bintang dikelompokkan berdasarkan spektrumnya. Pengelompokan berdasarkan spektrum ini dilakukan karena spektrum bintang memberikan informasi yang sangat banyak, mulai dari temperatur sampai unsur-unsur yang terdapat dalam bintang.

Spektrum adalah hasil dari pembiasan gelombang elektromagnetik (contohnya cahaya). Pada dasarnya cahaya yang kita temukan sehari-hari - yang berwarna putih/bening - adalah gabungan dari berbagai warna. Warna-warna ini yang menunjukkan tingkat energi: merah menghasilkan energi yang paling rendah dan ungu menghasilkan energi paling tinggi.



Pengelompokan bintang dengan kelas spektral seperti klasifikasi Morgan - Keenan. Lihat gambar:



Bintang kelas O adalah bintang yang panas, berwarna biru. Bintang kelas M merupakan bintang yang dingin. Matahari termasuk kedalam bintang dengan kelas G, warnanya kuning. Perlu dicatat, klasifikasi seperti ini tidak ada hubungannya dengan ukuran bintang. Jadi bintang kelas O belum tentu ukurannya sangat besar.