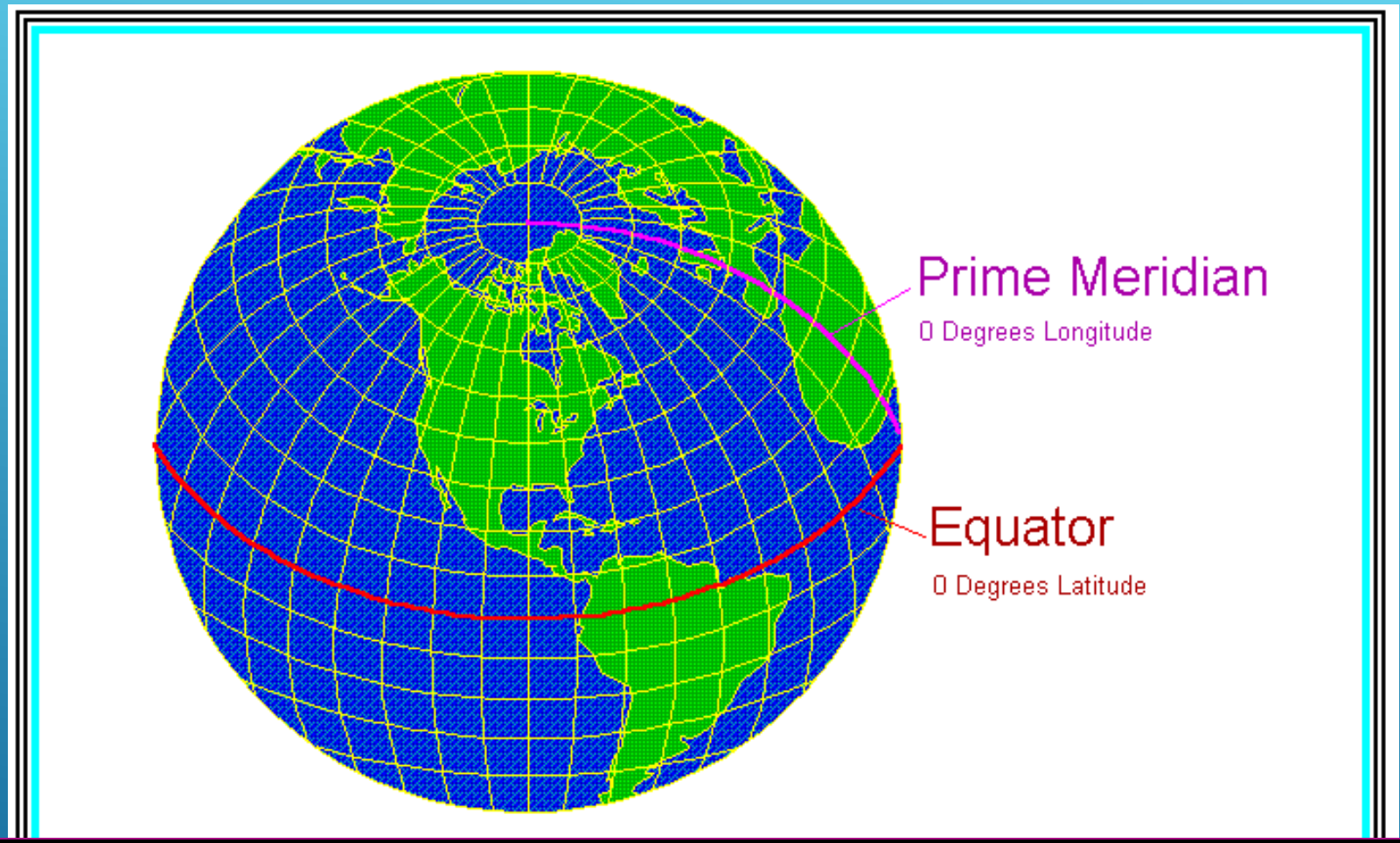
SISTEM KOORDINAT BUMI DAN LANGIT

Thomas Djamaluddin
Profesor Riset
Astronomi – Astrofisika
Pusat Riset Antariksa BRIN
https://tdjamaluddin.wordpress.com/

* Gambar-gambar pada paparan ini diambil dari berbagai sumber di internet.

SISTEM KOORDINAT BOLA BUMI



Sistem koordinat bola digunakan untuk menggambarkan posisi di permukaan bumi.

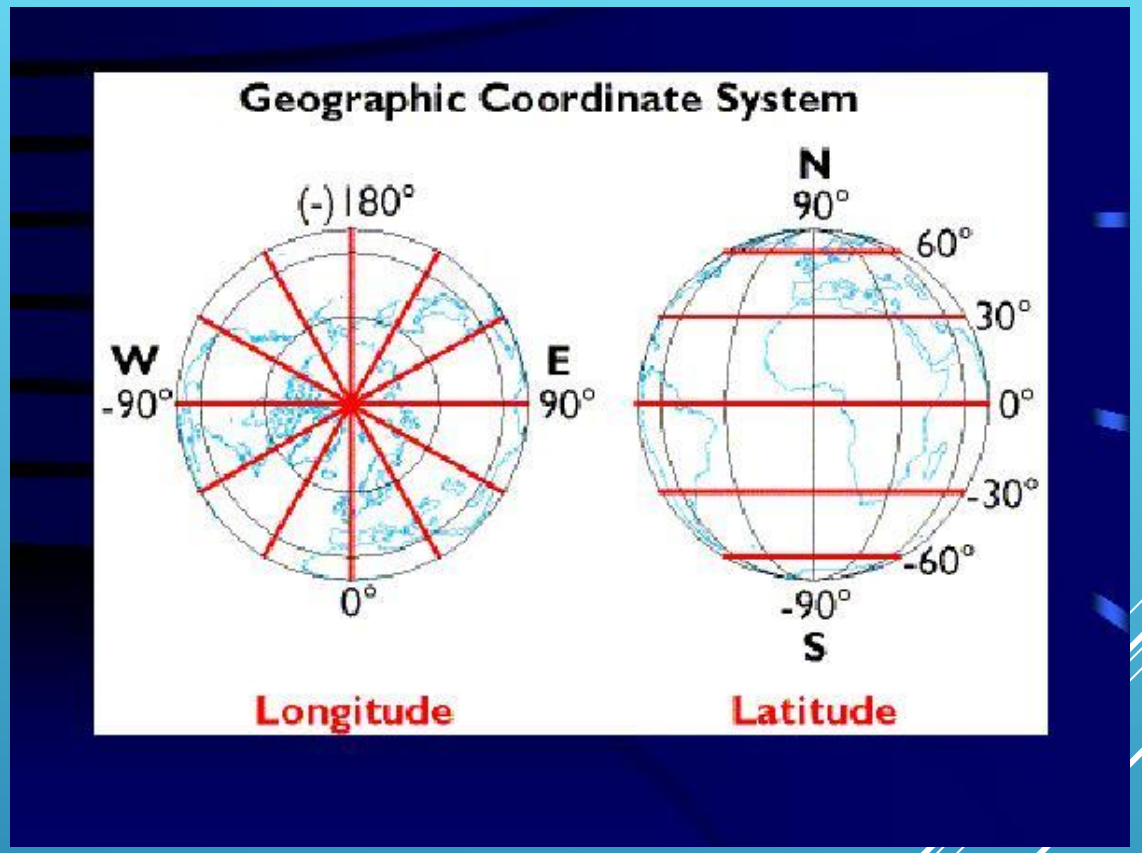
➢ Sistem koordinat geografis

Berdasarkan anggapan bumi berbentuk bulat sempurna.

Dalam kaitan dengan penentuan arah di bola langit, digunakan sistem koordinat geografis.

Garis bujur dari kutub ke kutub didasarkan pembagian lingkaran ekuator 360°. Garis bujur 0° melintasi Greenwich.

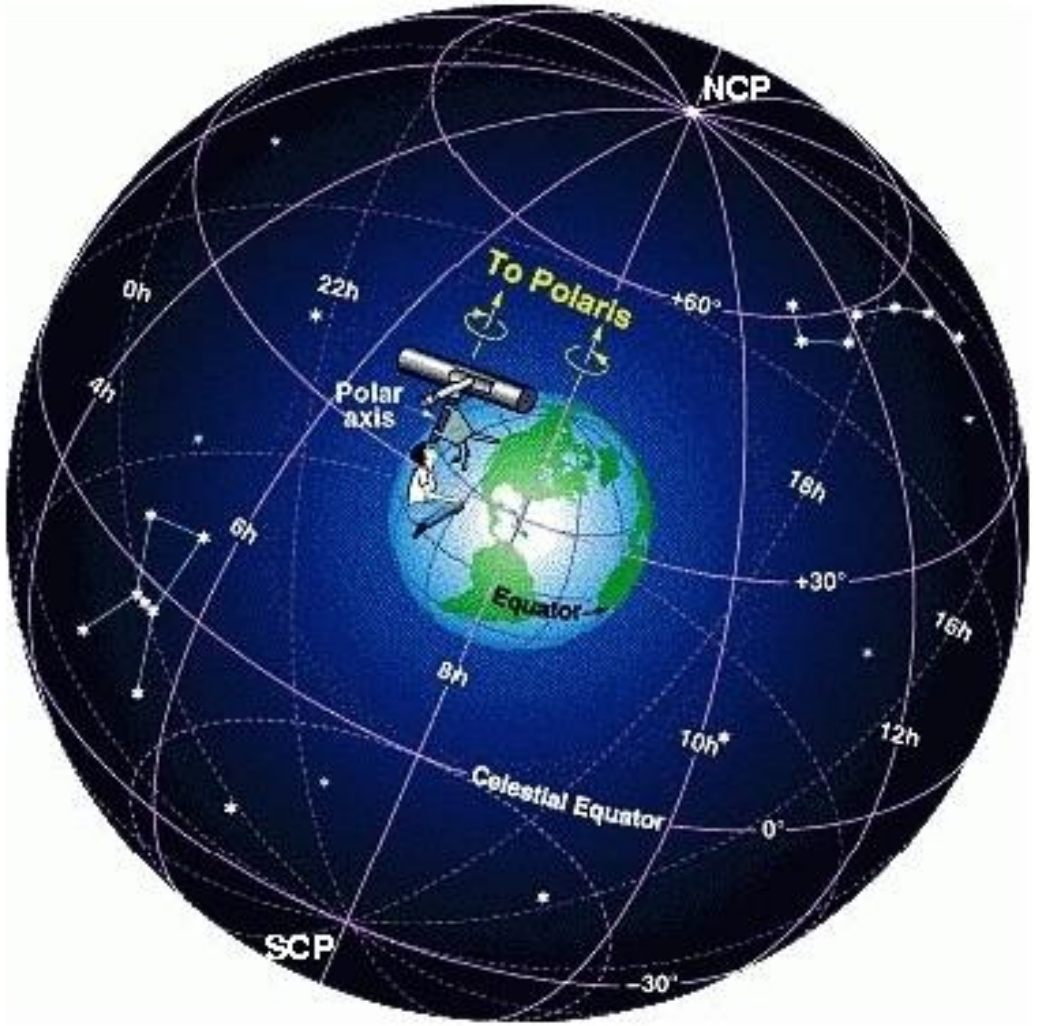
Garis lintang yang sejajar garis ekuator didasarkan pada jarak sudut dari ekuator ke arah kutub.



➢ Sistem koordinat geodetik

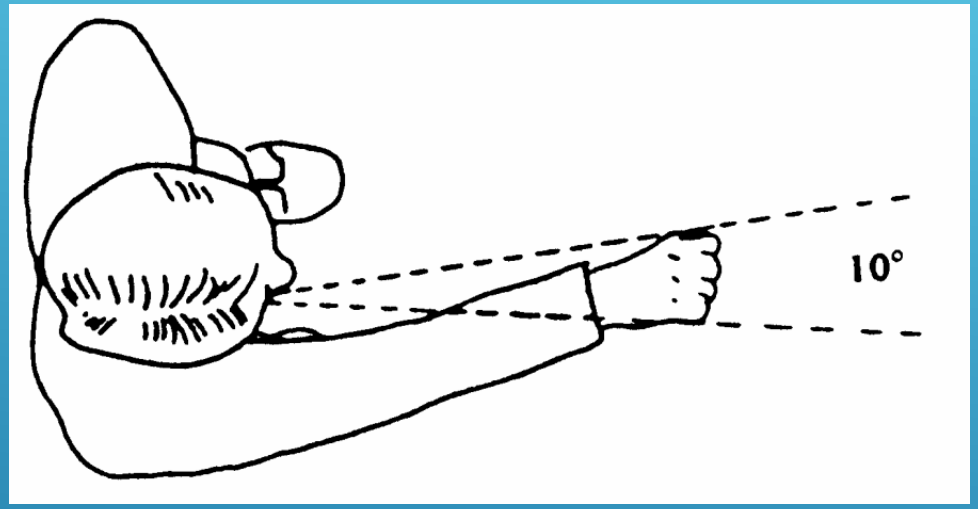
Berdasarkan bentuk bumi yang ellipsoid, jari-jari di bidang ekuator lebih besar daripada jari-jari ke arah kutub.

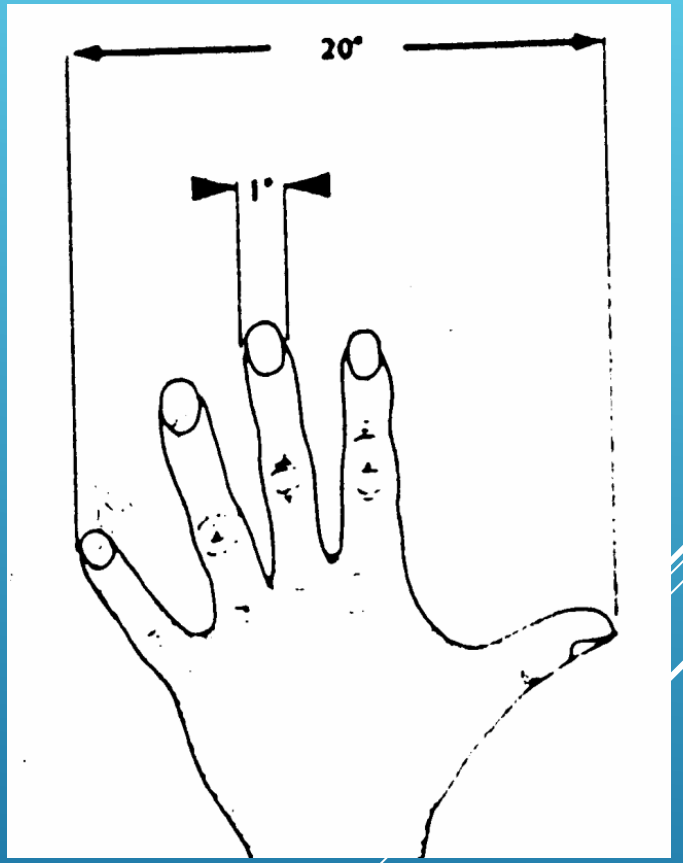
- Koordinat langit bersesuaian dengan koordinat geografis.
- Kutub langit adalah perpanjangan kutub bumi ke arah langit.
- Ekuator langit adalah perluasan bidang ekuator bumi ke bola langit.

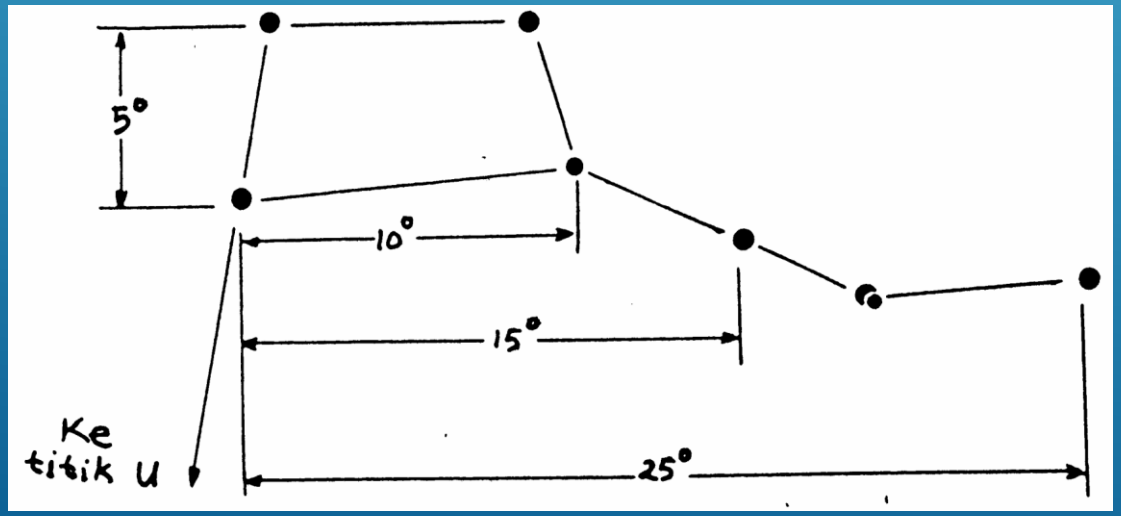


SISTEM KOORDINAT BOLA LANGIT

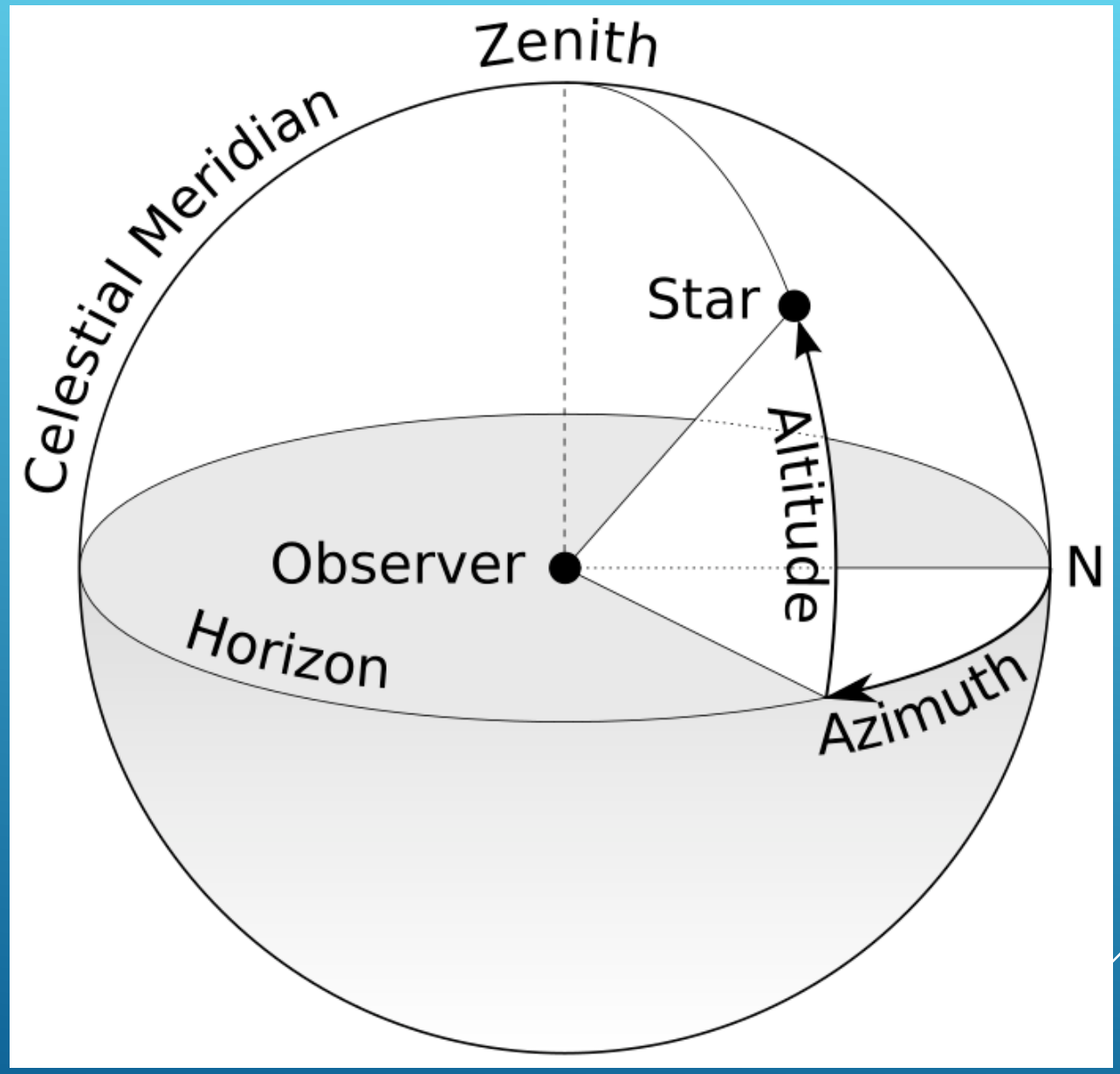
MENGUKUR JARAK SUDUT DI LANGIT SECERA SEDERHANA







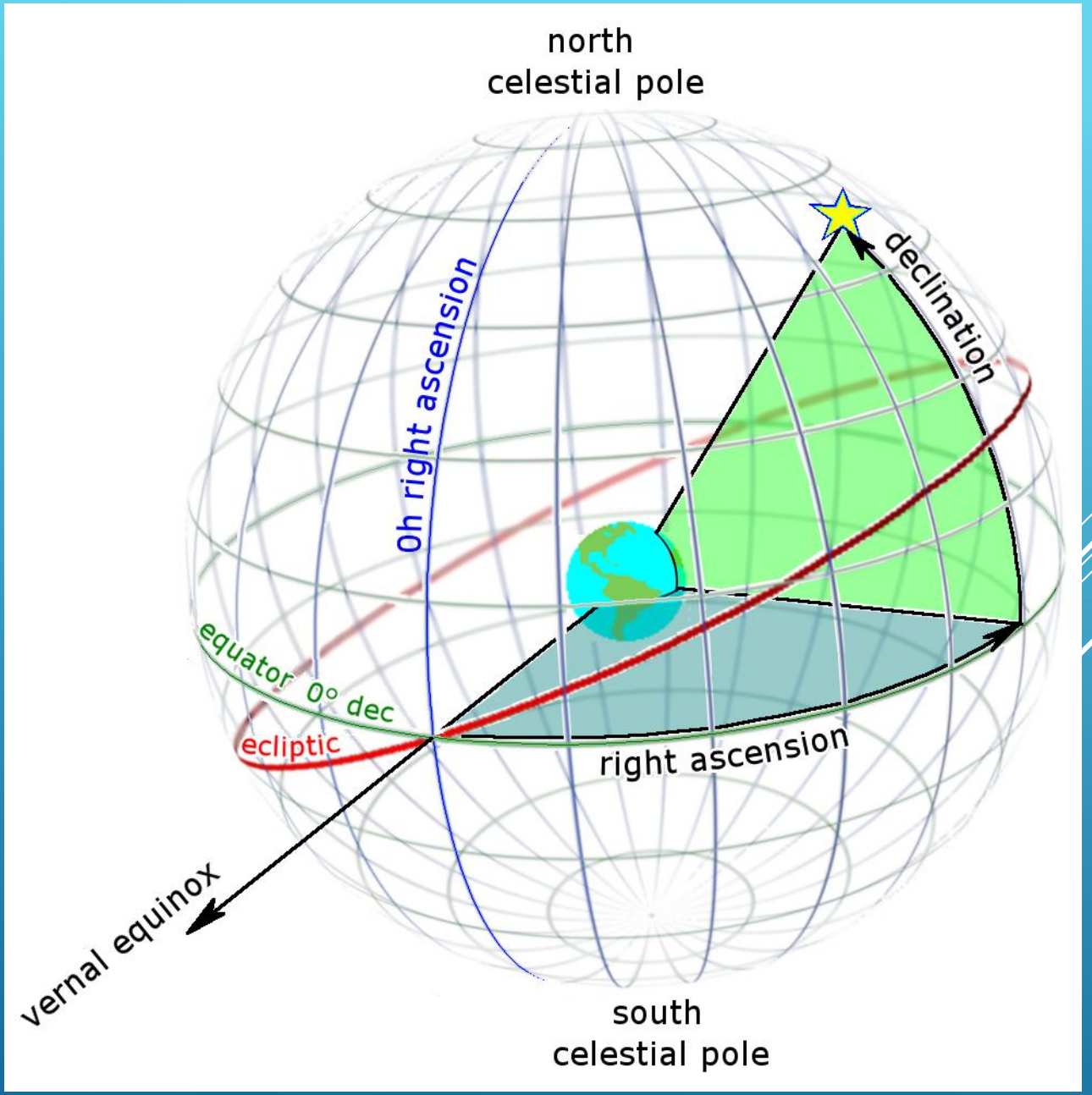
KOORDINAT HORIZON



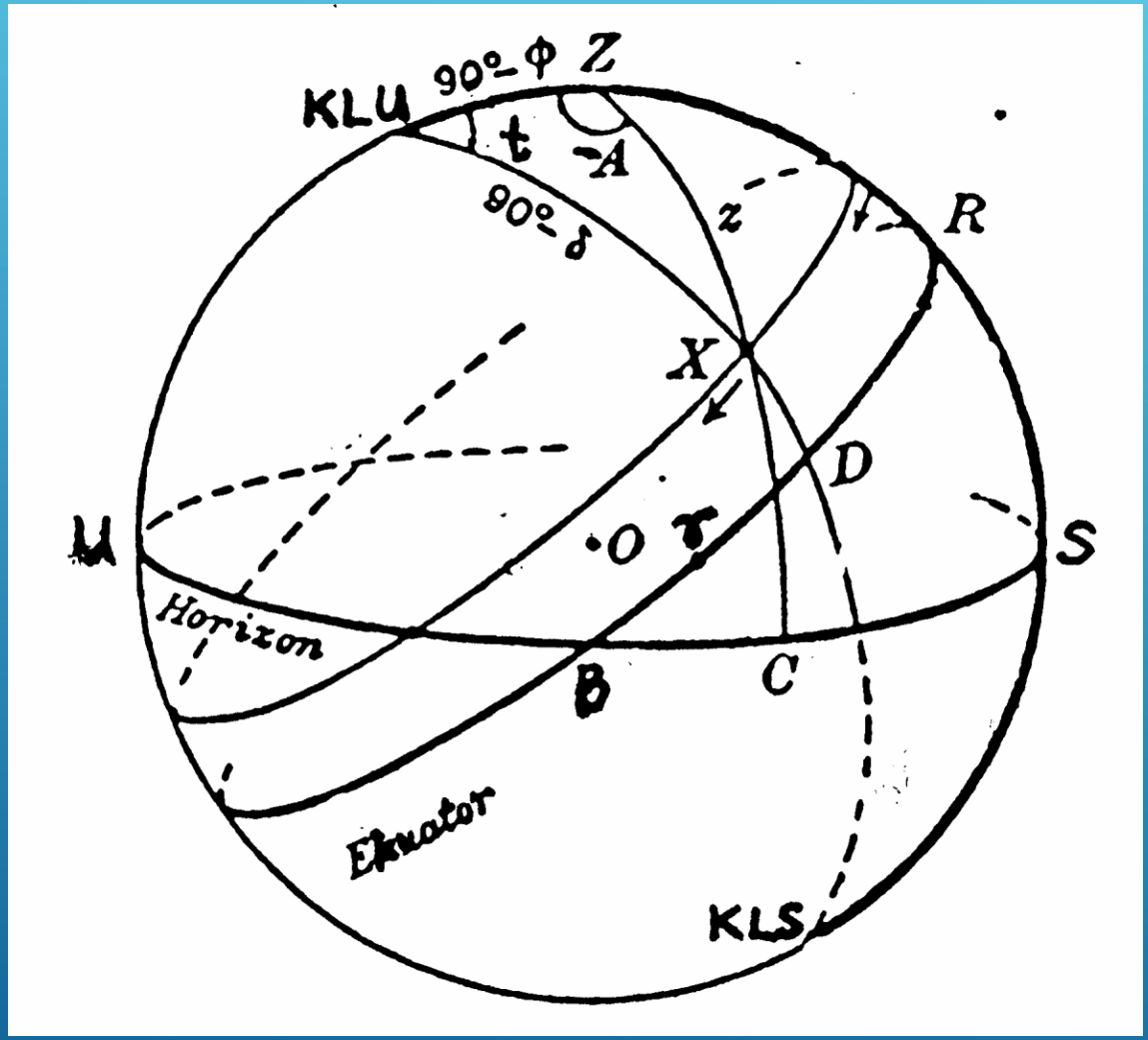
- Sistem koordinat horizon merujuk pada lingkaran horizon dari posisi pengamat.
- Sistem koordinat horizon digunakan dalam praktek pengamatan langsung.
- Komponen yang digunakan adalah azimut (Az) yang diukur dari titik utara ke arah timur (0° – 360°) dan altitud (h) yang diukur sepanjang lingkaran besar yang melalui Nadir (-90°) sampai Zenit (+90°).

KOORDINAT EKUATORIAL

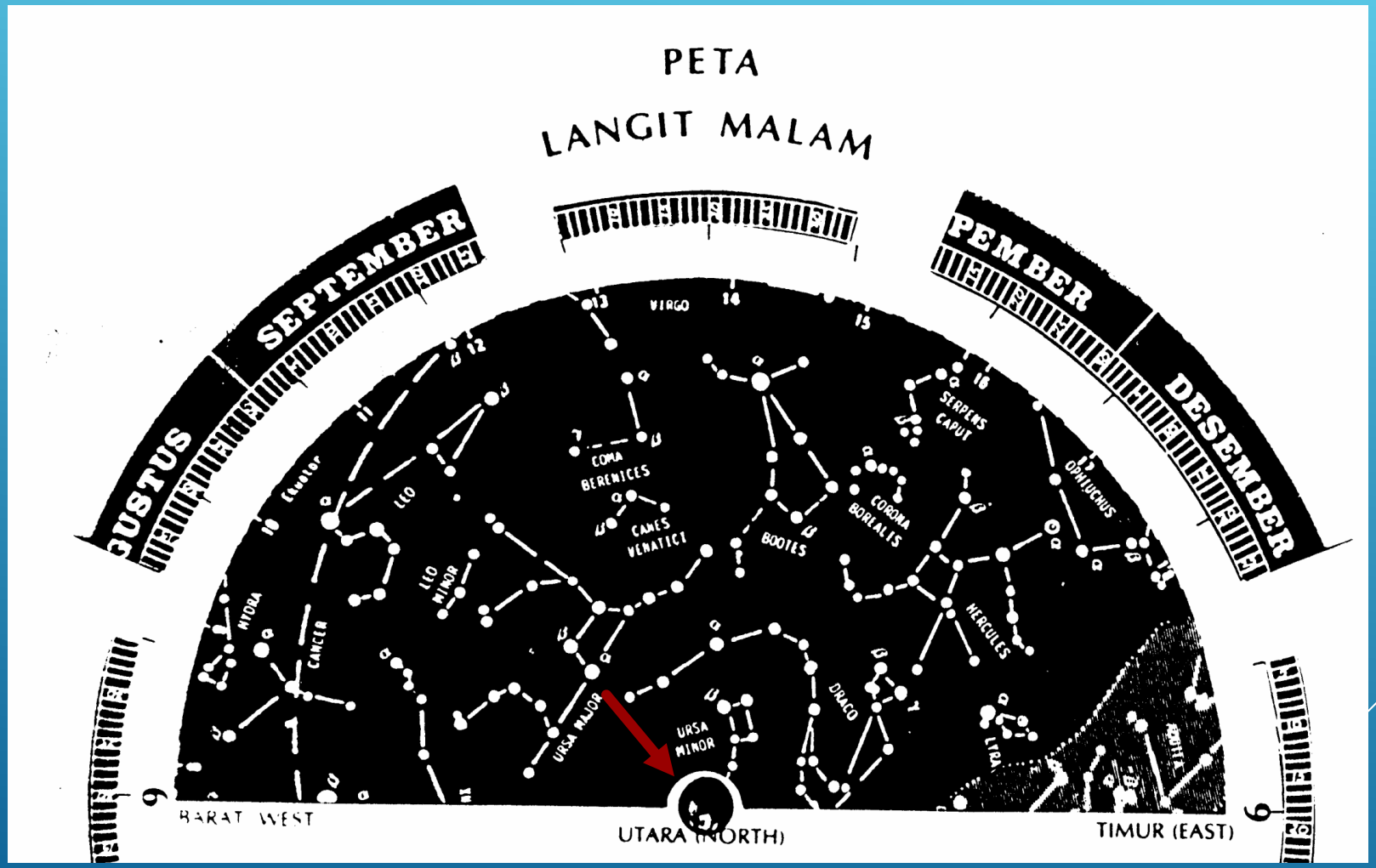
- Sistem Koordinat Ekuator merujuk bidang ekuator dan kutub langit.
- Sistem koordinat ekuator digunakan untuk menyatakan posisi dalam katalog bintang atau peta langit.
- Komponen yang digunakan adalah Asensio Rekta (RA, α) yang diukur dari titik vernal ekuinoks (posisi matahari saat melintas ekuator pada 21 Maret) ke arah timur (0 – 24^j) dan deklinasi (δ) yang diukur dari ekuator ke arah kutub (-90^o - $+90^o$).
- Untuk pengamatan digunakan sudut jam (HA: Hour Angle) yang dihitung dari garis meridian. Positif ke arah barat, negatif ke arah timur (-12^j - $+12^j$).
- LST = RA + HA, LST: Local Sidereal Time, RA: Righ Ascension, HA: Hour Angle.



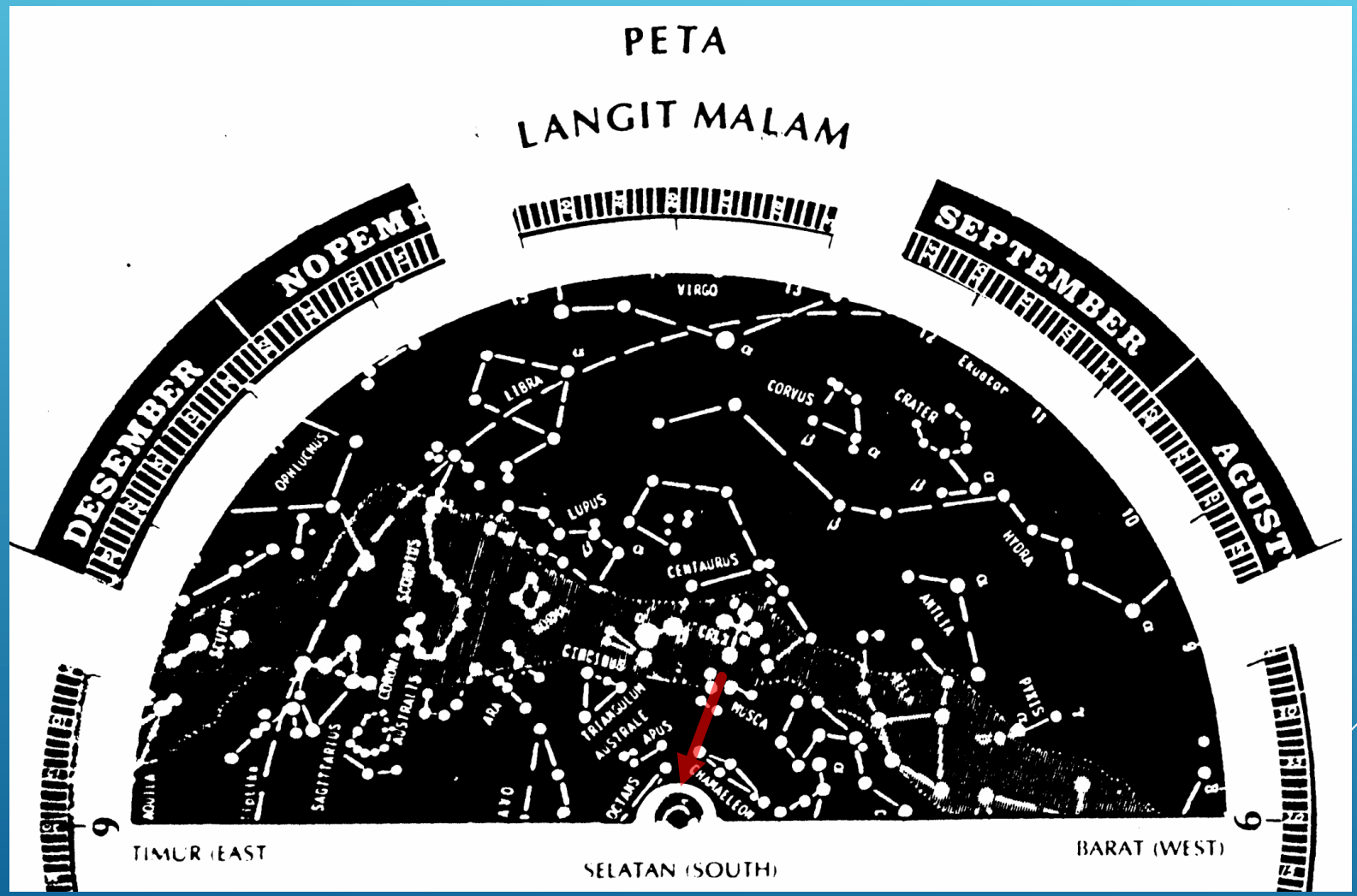
SISTEM KOORDINAT EKUATOR

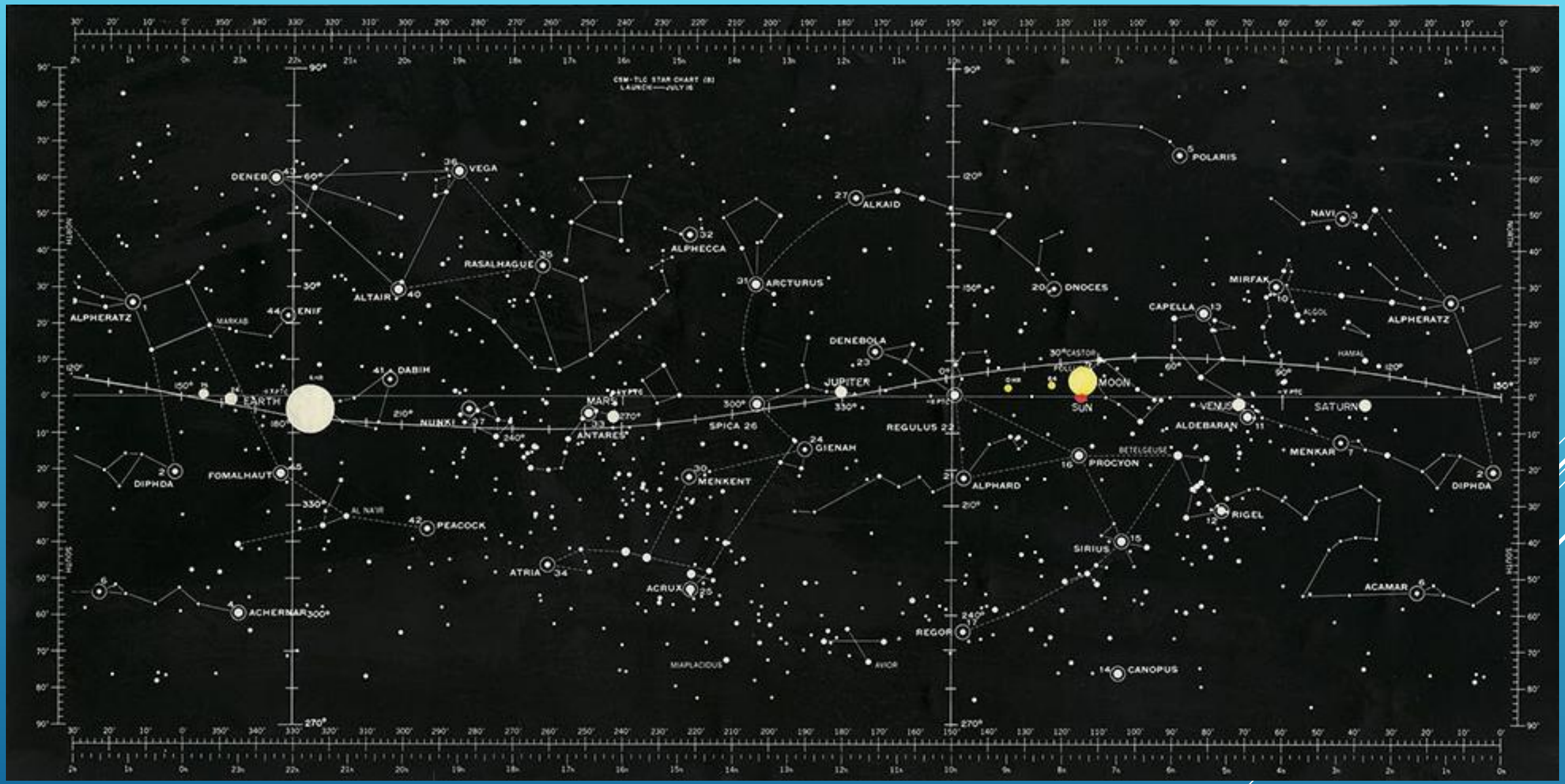


MENENTUKAN KUTUB UTARA LANGIT

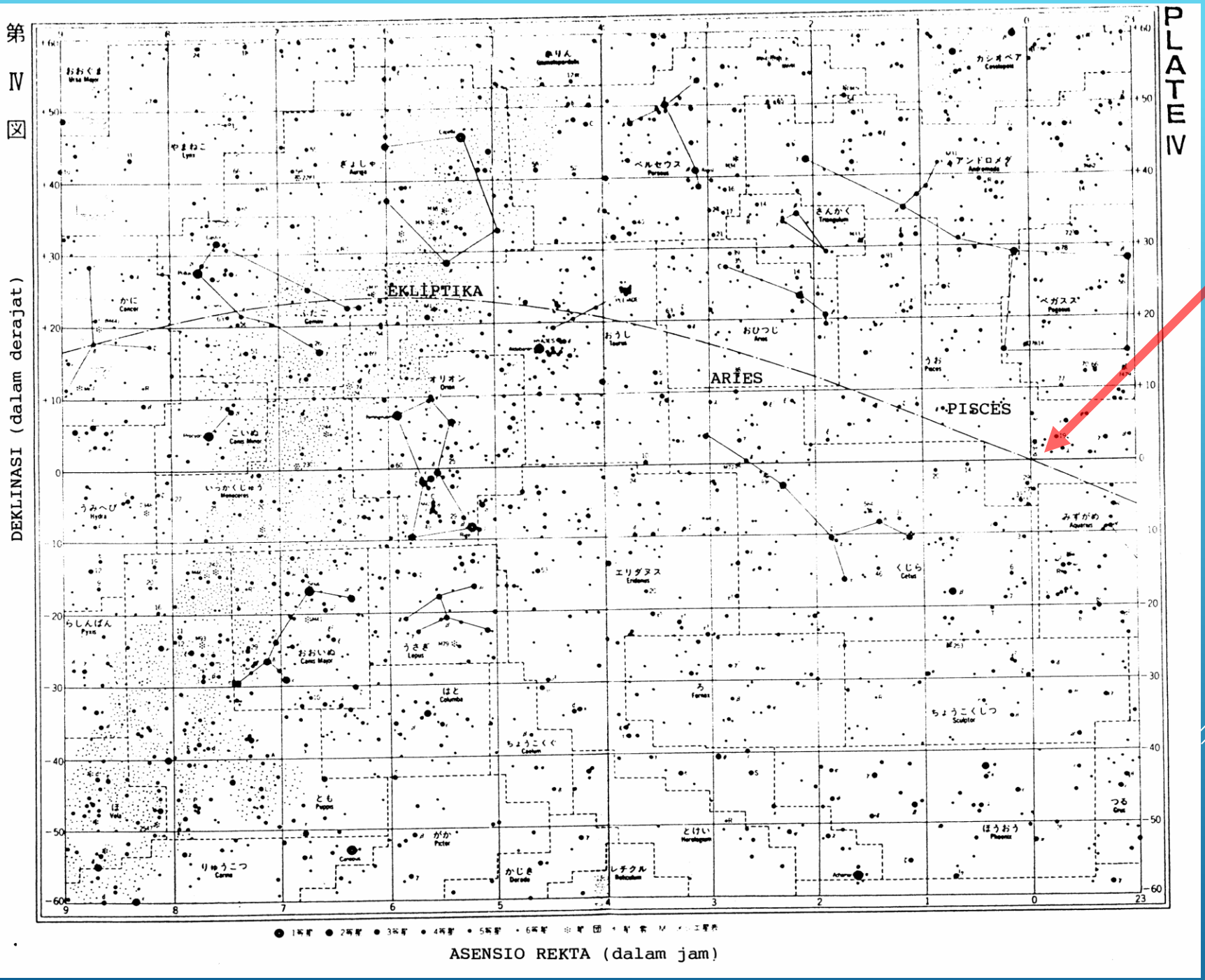


MENENTUKAN KUTUB SELATAN LANGIT





Peta langit dalam koordianat ekuatorial.



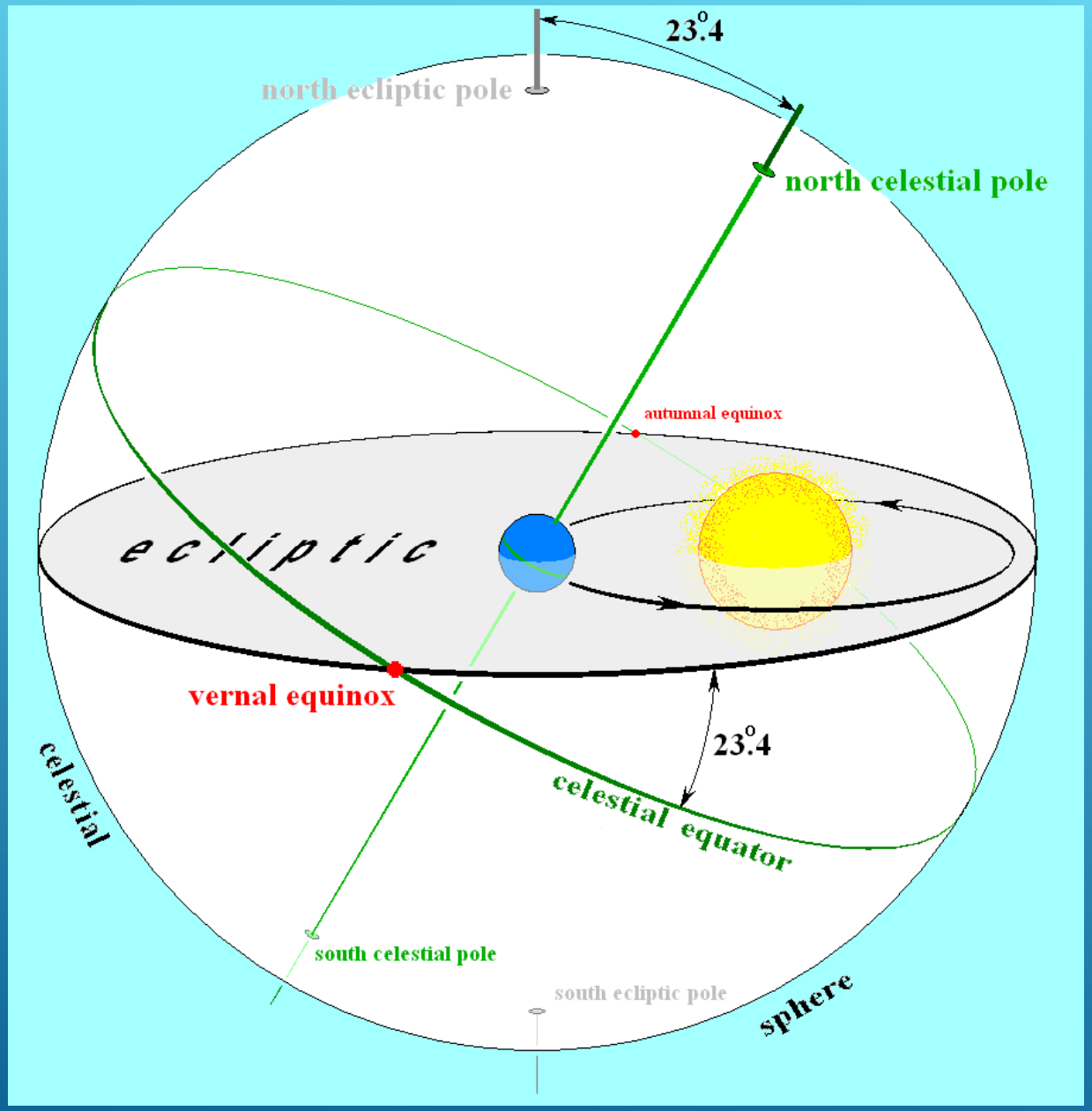
Titik Vernal Equinox.

Dulu berada di rasi Aries, jadi sering disebut titik Aries.

Name	RA(1950)	Dec(1950)	pm	angle	v_{rad}	Sp Type	m_v	B−V	U−B	R−I	π_{trig}	M_v
Sun						G2 V	-26.72	0.65	0.10			4.85
NN	00 00 06	-34 29.7	0.758	168.6		DC9	14.90	0.46	-0.44		75.2	14.28
GJ 1001	00 02 05	-40 57.8	1.618	154.5	-3	M3.5	12.84	1.63	1.30	1.23	104.2	12.93
NN	00 02 16	+34 22.8	0.776	83.0	+6.4 VAR	G2 V	6.11	0.62	0.09		29.8	4.56
NN	00 02 21	+22 59.5	0.380	91.5		G9 V	7.82	0.74	0.29	0.33		5.78
Gl 1	00 02 28	-37 36.2	6.097	112.5	22.9	M4 V	8.54	1.46	0.96	0.92	221.8	10.27
Gl 2	00 02 32	+45 30.6	0.894	100.5	0.1	dM2 e	9.93	1.49	1.18	0.85	87.0	9.63
NN	00 02 43	+48 12.0	0.009	305.5		G5	8.30					6.84
Gl 3	00 02 48	-68 06.2	0.582	190.7	41	K5 V	8.48	1.06	1.03	0.42	72.5	7.1
NN	00 02 54	-50 20.0	0.167	276.0		M5	11.95	1.50		+0.95t		10.31
Gl 4 A	00 03 02	+45 32.2	0.839	101.8	+0.0 SB	dK6 e	8.97	1.44	1.21	+0.71 J	87.0	8.67
Gl 4 B	00 03 02	+45 32.1	0.885	98.3	0.1	M0.5 V	9.02	1.45	1.20		87.0	8.72
Gl 4.1A	00 03 38	+58 09.5	0.260	76.7	-11.6	G5 V	6.43c	+0.64c	+0.11c		46.5	4.77c
Gl 4.1B	00 03 38	+58 09.5	0.260	76.7	-16	dG8	7.20c	+0.78c	+0.33c		46.5	5.54c
NN	00 03 40	-66 07.5	0.593	160.6		M4	12.16	1.55		1.04		10.86
Gl 4.2A	00 03 44	-49 21.2	0.592	93.9	2.6	G1 IV	5.71	0.52	0.03	0.17	48.3	4.13
Gl 4.2B	00 03 44	-49 21.2	0.592	93.9			11.50				48.3	9.9 *
Gl 5	00 04 01	+28 44.7	0.422	114.1	-5.5	K0 Ve	6.14	0.75	0.33		70.2	5.37
GJ 1002	00 04 13	-07 47.5	2.041	203.6	-42	M5-5.5	13.75	1.98	+1.60:	1.63	212.8	15.39
GJ 1003	00 04 46	+28 58.8	1.890	127.2		m	14.18	1.49	1.40	1.14	53.5	12.82

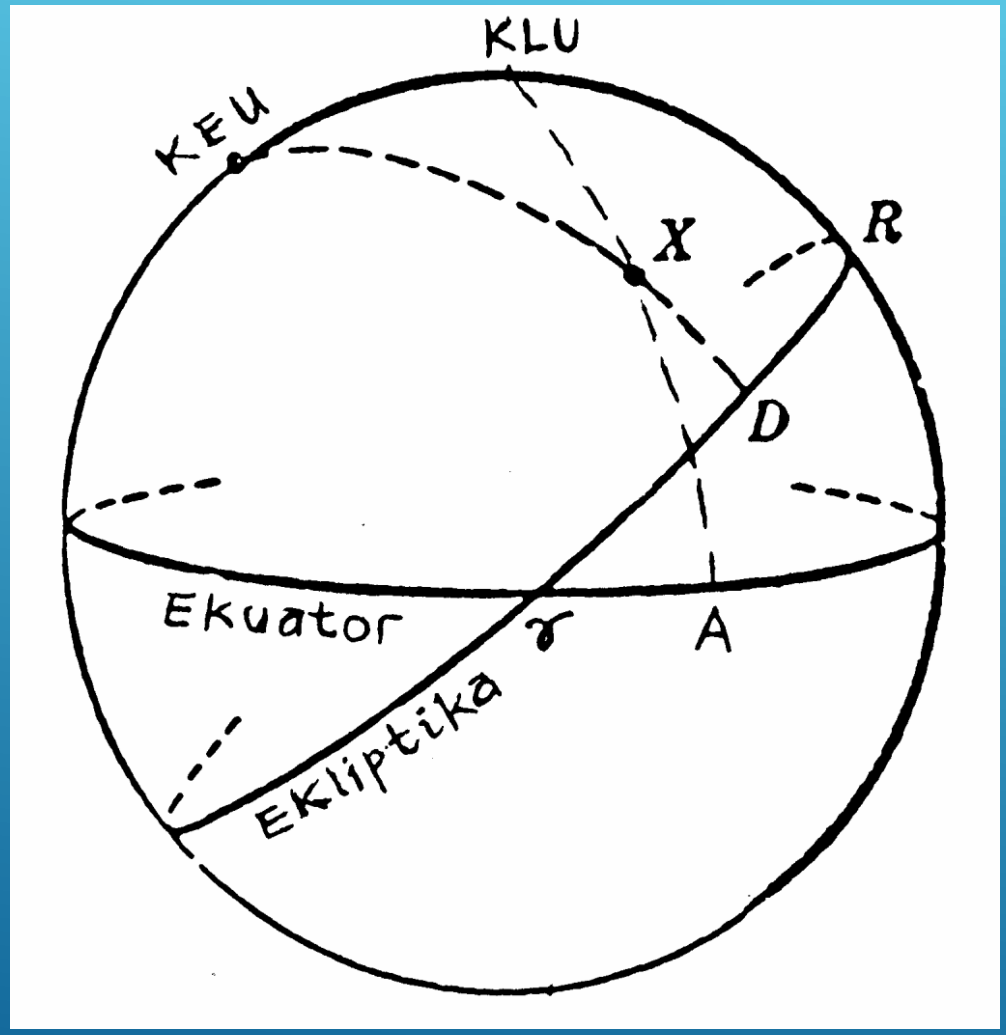
Contoh katalog bintang

KOORDINAT EKLIPTIKA



- Sistem koordinat ekliptika merujuk bidang ekliptika (bidang orbit bumi mengitari matahari) dan kutub ekliptika.
- Sistem koordinat ekliptika umumnya digunakan untuk objek-objek di tata surya (matahari, bulan, planet, asteroid).
- Komponen yang digunakan: bujur ekliptika (λ) yang dihitung dari titik vernal ekuinoks ke arah timur (0-360°) dan lintang ekliptika (β) (-90 - +90°).
- Newmoon adalah saat bulan sama bujur ekliptikanya dengan matahari.

SISTEM KOORDINAT EKLIPTIKA



DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	192° 58' 03"	0.27"	191° 55' 13"	-5° 07' 00"	0.9998580	15'59.77"	23° 26' 16"	11 m 48 s
1	193° 00' 31"	0.27"	191° 57' 30"	-5° 07' 58"	0.9998461	15'59.78"	23° 26' 16"	11 m 49 s
2	193° 02' 59"	0.27"	191° 59' 46"	-5° 08' 55"	0.9998342	15'59.79"	23° 26' 16"	11 m 49 s
3	193° 05' 27"	0.26"	192° 02' 03"	-5° 09' 53"	0.9998222	15'59.80"	23° 26' 16"	11 m 50 s
4	193° 07' 55"	0.26"	192° 04' 20"	-5° 10' 50"	0.9998103	15'59.81"	23° 26' 16"	11 m 51 s
5	193° 10' 23"	0.25"	192° 06' 37"	-5° 11' 48"	0.9997983	15'59.82"	23° 26' 16"	11 m 52 s
6	193° 12' 51"	0.25"	192° 08' 54"	-5° 12' 46"	0.9997864	15'59.84"	23° 26' 16"	11 m 52 s
7	193° 15' 19"	0.25"	192° 11' 11"	-5° 13' 43"	0.9997744	15'59.85"	23° 26' 16"	11 m 53 s
8	193° 17' 47"	0.24"	192° 13' 28"	-5° 14' 41"	0.9997625	15'59.86"	23° 26' 16"	11 m 54 s
9	193° 20' 15"	0.24"	192° 15' 44"	-5° 15' 38"	0.9997505	15'59.87"	23° 26' 16"	11 m 55 s
10	193° 22' 43"	0.24"	192° 18' 01"	-5° 16' 36"	0.9997386	15'59.88"	23° 26' 16"	11 m 55 s
11	193° 25' 11"	0.23"	192° 20' 18"	-5° 17' 33"	0.9997266	15'59.89"	23° 26' 16"	11 m 56 s
12	193° 27' 39"	0.23"	192° 22' 35"	-5° 18' 31"	0.9997146	15'59.90"	23° 26' 16"	11 m 57 s
13	193° 30' 07"	0.22"	192° 24' 52"	-5° 19' 28"	0.9997027	15'59.92"	23° 26' 16"	11 m 57 s
14	193° 32' 35"	0.22"	192° 27' 09"	-5° 20' 26"	0.9996907	15'59.93"	23° 26' 16"	11 m 58 s
15	193° 35' 03"	0.22"	192° 29' 26"	-5° 21' 23"	0.9996787	15'59.94"	23° 26' 16"	11 m 59 s
16	193° 37' 31"	0.21"	192° 31' 43"	-5° 22' 21"	0.9996668	15'59.95"	23° 26' 16"	11 m 60 s
17	193° 39' 59"	0.21"	192° 34' 00"	-5° 23' 18"	0.9996548	15'59.96"	23° 26' 16"	12 m 00 s
18	193° 42' 27"	0.20"	192° 36' 17"	-5° 24' 15"	0.9996428	15'59.97"	23° 26' 16"	12 m 01 s
19	193° 44' 55"	0.20"	192° 38' 34"	-5° 25' 13"	0.9996308	15'59.98"	23° 26' 16"	12 m 02 s
20	193° 47' 23"	0.19"	192° 40' 51"	-5° 26' 10"	0.9996188	15'60.00"	23° 26' 16"	12 m 03 s
21	193° 49' 51"	0.19"	192° 43' 08"	-5° 27' 08"	0.9996068	16'00.01"	23° 26' 16"	12 m 03 s
22	193° 52' 19"	0.19"	192° 45' 25"	-5° 28' 05"	0.9995949	16'00.02"	23° 26' 16"	12 m 04 s
23	193° 54' 47"	0.18"	192° 47' 42"	-5° 29' 03"	0.9995829	16'00.03"	23° 26' 16"	12 m 05 s
24	193° 57' 15"	0.18"	192° 49' 59"	-5° 30' 00"	0.9995709	16'00.04"	23° 26' 16"	12 m 06 s

*) for mean equinox of date

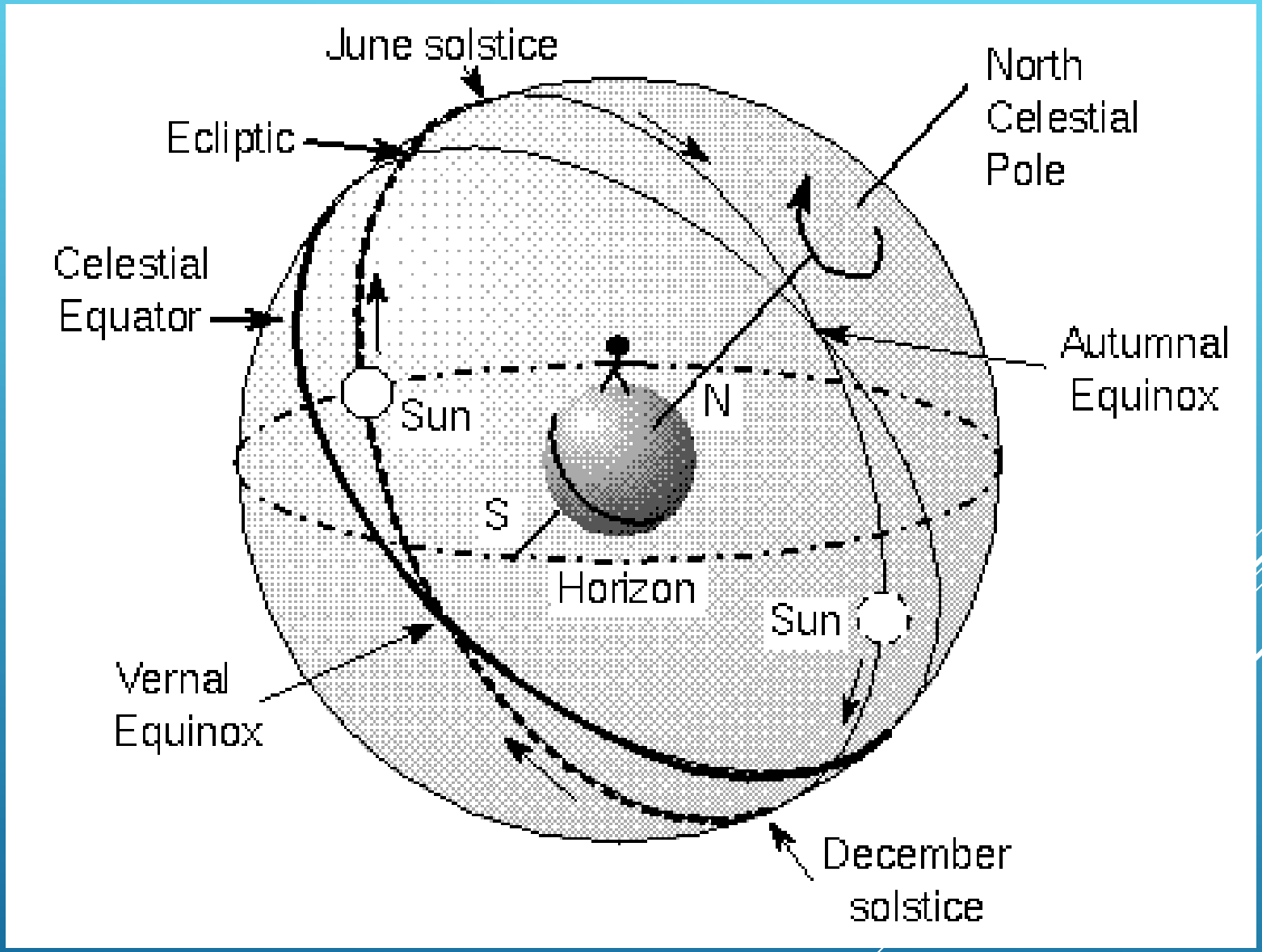
DATA BULAN

Jam	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	186° 43' 43"	4° 15' 10"	187° 51' 31"	1° 14' 08"	0° 59' 28"	16' 12.36"	147° 25' 47"	0.00435
1	187° 19' 40"	4° 13' 22"	188° 23' 45"	0° 58' 20"	0° 59' 30"	16' 12.78"	149° 45' 20"	0.00382
2	187° 55' 38"	4° 11' 32"	188° 56' 00"	0° 42' 30"	0° 59' 31"	16' 13.19"	152° 24' 28"	0.00334
3	188° 31' 39"	4° 09' 40"	189° 28' 17"	0° 26' 39"	0° 59' 33"	16' 13.59"	155° 26' 54"	0.00291
4	189° 07' 40"	4° 07' 46"	190° 00' 35"	0° 10' 47"	0° 59' 34"	16' 13.99"	158° 56' 52"	0.00253
5	189° 43' 44"	4° 05' 51"	190° 32' 55"	0° -5' 06"	0° 59' 36"	16' 14.39"	162° 59' 15"	0.00219
6	190° 19' 49"	4° 03' 54"	191° 05' 16"	0°-20' 60"	0° 59' 37"	16' 14.78"	167° 39' 10"	0.00190
7	190° 55' 56"	4° 01' 55"	191° 37' 39"	0°-36' 54"	0° 59' 39"	16' 15.16"	173° 1' 25"	0.00165
8	191° 32' 02"	3° 59' 55"	192° 10' 02"	0°-52' 48"	0° 59' 40"	16' 15.54"	179° 9' 06"	0.00146
9	192° 08' 12"	3° 57' 53"	192° 42' 29"	-1° 08' 43"	0° 59' 41"	16' 15.92"	186° 2' 48"	0.00131
10	192° 44' 23"	3° 55' 49"	193° 14' 57"	-1° 24' 39"	0° 59' 43"	16' 16.28"	193° 37' 15"	0.00121
11	193° 20' 36"	3° 53' 43"	193° 47' 27"	-1° 40' 35"	0° 59' 44"	16' 16.64"	201° 40' 52"	0.00116
12	193° 56' 50"	3° 51' 36"	194° 19' 59"	-1° 56' 31"	0° 59' 45"	16' 17.00"	209° 56' 07"	0.00116
13	194° 33' 05"	3° 49' 27"	194° 52' 33"	-2° 12' 27"	0° 59' 47"	16' 17.35"	218° 2' 47"	0.00120
14	195° 09' 22"	3° 47' 16"	195° 25' 09"	-2° 28' 24"	0° 59' 48"	16' 17.69"	225° 42' 36"	0.00130
15	195° 45' 40"	3° 45' 04"	195° 57' 47"	-2° 44' 20"	0° 59' 49"	16' 18.03"	232° 42' 51"	0.00144
16	196° 21' 60"	3° 42' 51"	196° 30' 28"	-3° 00' 16"	0° 59' 50"	16' 18.36"	238° 57' 26"	0.00163
17	196° 58' 20"	3° 40' 35"	197° 03' 11"	-3° 16' 11"	0° 59' 52"	16' 18.69"	244° 25' 44"	0.00187
18	197° 34' 42"	3° 38' 18"	197° 35' 56"	-3° 32' 06"	0° 59' 53"	16' 19.01"	249° 10' 41"	0.00216
19	198° 11' 05"	3° 35' 60"	198° 08' 43"	-3° 48' 01"	0° 59' 54"	16' 19.32"	253° 16' 57"	0.00249
20	198° 47' 29"	3° 33' 40"	198° 41' 33"	-4° 03' 55"	0° 59' 55"	16' 19.63"	256° 49' 39"	0.00288
21	199° 23' 55"	3° 31' 18"	199° 14' 25"	-4° 19' 48"	0° 59' 56"	16' 19.93"	259° 53' 42"	0.00332
22	200° 00' 21"	3° 28' 55"	199° 47' 20"	-4° 35' 41"	0° 59' 57"	16' 20.23"	262° 33' 30"	0.00380
23	200° 36' 49"	3° 26' 30"	200° 20' 18"	-4° 51' 32"	0° 59' 58"	16' 20.52"	264° 52' 49"	0.00433
24	201° 13' 18"	3° 24' 04"	200° 53' 18"	-5° 07' 23"	0° 59' 59"	16' 20.80"	266° 54' 49"	0.00492

Data posisi matahari dan bulan pada 6 Oktober 2021 di buku "Ephemeris Hisab Rukyat 2021". Pada pukul 11:00 UT (18:00 WIB) posisi bulan dan matahari berada pada bujur ekliptika yang sama, tepatnya pukul 18:05. Itulah saat bulan baru (new moon, ijtimak).

KONVESI SISTEM KOORDINAT

Posisi benda langit yang dinyatakan dalam suatu sistem koordinat dapat dikonversikan ke dalam sistem koordinat lainnya sesuai kebutuhan dengan menggunakan rumus-rumus segitiga bola.



KONVERSI SISTEM KOORDINAT

Contoh

Pada akhir Ramadan 1417 H, 8 Februari 1997, pada saat magrib (18.17 WIB) di Jakarta (lintang ϕ = -6.18°) diketahui dari almanak astronomi posisi bulan adalah (α,δ) = (332.86°, -8.62°) dan LST (dalam satuan °) = 54.1410°. Untuk keperluan mencari hilal kita harus mengkonversikan posisi bulan tersebut ke SK horizon.

t = LST - α = 54.1410° - 332.86° = -278.719°

N = Arctan(tan δ / cos t) = Arctan(tan -8.62 / cos -278.719) = -45.0008°

A = Arctan{tan t . cos N / sin(ϕ-N)} + 180

= Arctan{tan -278.719 . cos -45 / sin(-6.18 + 45)} + 180

= 262.26°

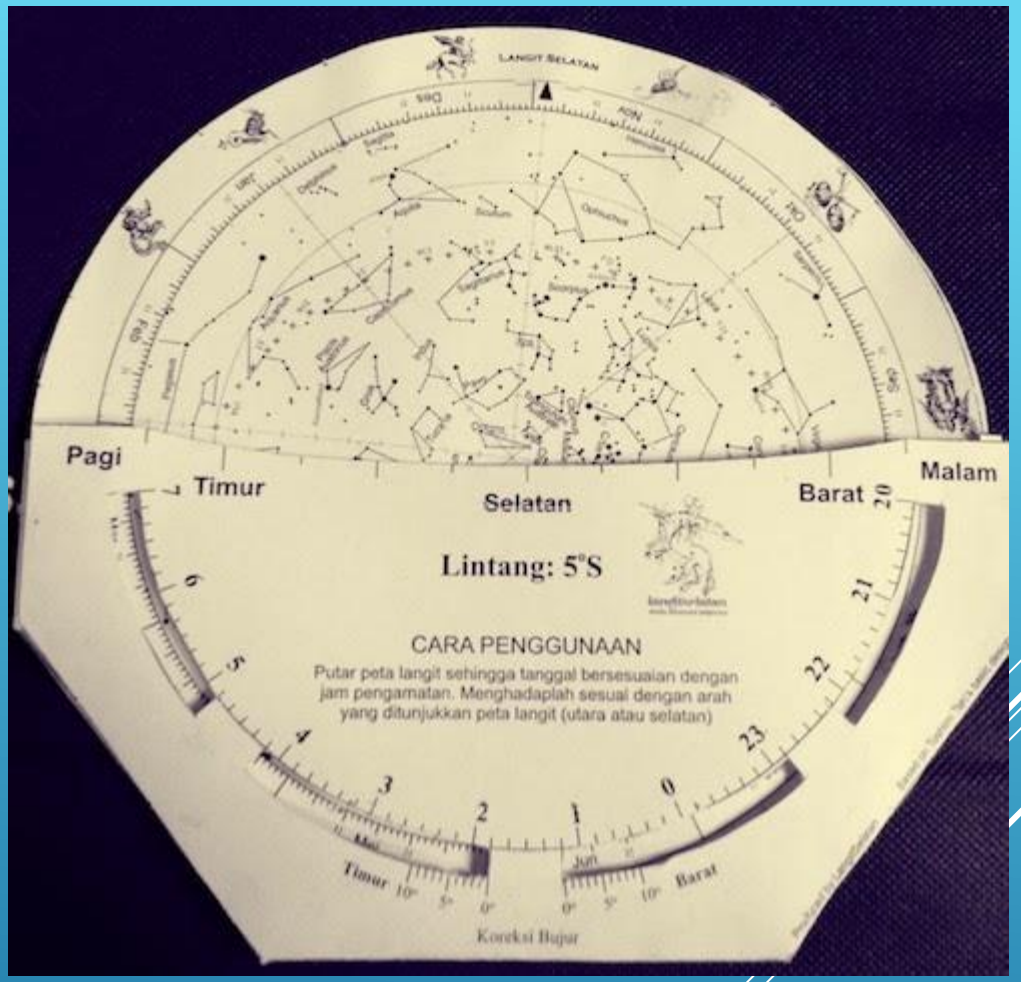
z = Arctan{tan(ϕ-N) / cos A} = Arctan{tan(-6.18 + 45) / cos 262.26}

= 80.50°

h = 90° - z = 9.50°

PERGERAKAN OBJEK LANGIT





- Pergerakan objek langit mengikuti rotasi bumi dan revolusi bumi mengitari matahari. Jadi, gerak harian ditandai dengan terbit di timur dan terbenam di barat. Gerak tahunan terlihat dari perubahan rasi-rasi bintang dari bulan ke bulan. Untuk keperluan praktis, peta bintang putar membantu menentukan arah objek-objek langit (matahari, bulan, planet, komet) di lokasi rasi-rasi bintang tertentu.