

# Aktentas untuk Astronom

**Rosa M. Ros**

Perkumpulan Astronomi Dunia, Technical University of Catalonia (Barcelona, Spanyol)

## Ringkasan

Untuk observasi lebih lanjut, para siswa perlu memiliki satu set peralatan lengkap. Disarankan pada mereka untuk membuat beberapa peralatan tersebut dan kemudian menggunakannya untuk mengamati langit dari halaman sekolah.

Siswa-siswi perlu memahami cara mendasar tentang bagaimana beberapa instrumen diperkenalkan selama beberapa abad ini, bagaimana instrumen-instrumen ini dikembangkan, dan menjadi penting. Ini adalah bagian yang penting dalam astronomi, mengingat kemampuan luar biasa untuk membuatnya serta keterampilan menggunakannya dalam melakukan pembacaan hasil-hasil observasi. Semua hal ini tidak mudah untuk dijelaskan pada para siswa, oleh sebab itu di sini akan diperkenalkan alat-alat yang jauh lebih sederhana.

## Objektif

- Memahami pentingnya melakukan pengamatan dengan hati-hati
- Memahami kegunaan beberapa instrumen, didukung dengan fakta bahwa para siswa nantinya akan membuat sendiri alat-alat tersebut.

## Observasi

Kita akan berlatih dalam pengukuran waktu dan posisi benda-benda langit dengan artefak “ad hoc” yang telah disediakan. Di sini kita memberikan sejumlah informasi dalam menghimpun koleksi alat-alat untuk observasi dalam sebuah aktentas (tas kerja) atau koper sederhana. Koper dan isinya umumnya terbuat dari kardus/karton, menggunakan lem, gunting, dll. Topik ini memungkinkan adanya penelusuran terhadap berbagai instrumen kuno maupun modern lainnya.

Setiap koper yang dibuat sangat bergantung pada kemampuan artistik dan imajinasi masing-masing siswa. Kegiatan ini dapat dengan mudah dimodifikasi serta diterapkan pada siswa sesuai dengan usia dan alat-alat yang memadai.

Secara khusus, koper ini terdiri dari:

- Sebuah penggaris untuk mengukur
- Sudut kuadran sederhana

- Goniometer horizontal
- Sebuah planisfer
- Sebuah peta bulan
- Jam katulistiwa
- Spektroskop

Kita mengusulkan koper dengan alat-alat yang sangat sederhana. Koper kecil dapat dengan mudah dibawa ke sekolah ataupun selama waktu senggang, siap untuk digunakan. Penting untuk membuatnya tidak terlalu besar atau tidak terlalu rapuh (terutama jika digunakan oleh anak-anak kecil). Kita perhatikan bahwa ketepatan pengukuran bukanlah segalanya pada kegiatan ini.

## Isi koper

Kita tentunya hanya dapat menyimulasikan semua ini di halaman sekolah pada saat musim panas. Ide utamanya adalah untuk berlatih dengan peralatan yang akan kita buat sekarang.

Pertama, kita butuh kardus/karton seperti yang telah kalian terima melalui surel dengan sebuah buku di dalamnya (ini akan menjadi koper nantinya). Pada kotak karton itu perlu dipasang pegangan pada satu sisi yang sempit, sementara sisi yang lebar dibiarkan terbuka. Di dalam kotak ini, kita menempatkan instrumen-instrumen berikut ini:

- ❖ Sebuah **“penggaris untuk mengukur sudut”** yang dapat digunakan untuk menunjukkan pada kita jarak angular antara dua bintang. Mudah untuk menggunakan alat ini jika kita tidak bermaksud menunjukkan koordinatnya.
- ❖ Sebuah **kuadran sederhana** dapat digunakan untuk menentukan tinggi suatu bintang. Ketika para siswa melihat suatu objek melalui jendela-bidikan, tali yang menggantung akan menunjukkan posisi-sudut relatif terhadap horizon..
- ❖ Sebuah **goniometer horizontal** sederhana dapat digunakan untuk menentukan azimut dari bintang-bintang. Tentunya kita perlu menggunakan kompas sebagai alat penunjuk arah utara-selatan
- ❖ Sebuah **planisfer** dengan peta bintang yang telah difotokopi dengan sangat jelas pada suatu piringan dari kertas putih dan sebuah kantong karton dengan ‘lubang’ lintang untuk menyelipkan piringan langit di dalamnya. Dengan memutar piringan ini, kita dapat menemukan tanggal dan waktu yang diinginkan untuk diamati sehingga didapat peta bintang yang sesuai dengan lintang dari ‘lubang’ yang kita gunakan.
- ❖ Sebuah **spektroskop** untuk menyeparasikan cahaya menjadi tujuh warna pembentuknya.
- ❖ **Peta bulan** dengan nama-nama lautan dan beberapa kawah yang mudah dikenali melalui lensa binokuler.
- ❖ Sebuah **lampu senter** (cahaya merah) untuk memberikan penerangan pada peta sebelum mengamati langsung langit malam. Cahaya putih biasa akan menyulitkan para siswa untuk menyesuaikan dengan kegelapan. Jika para siswa membawa senter biasa pada kopernya, kita perlu menempatkan filter merah pada bagian depan senter. Sejumlah siswa yang menggunakan lampu senter berwarna putih akan menimbulkan banyak polusi cahaya yang akan membuat pengamatan menjadi lebih sulit.

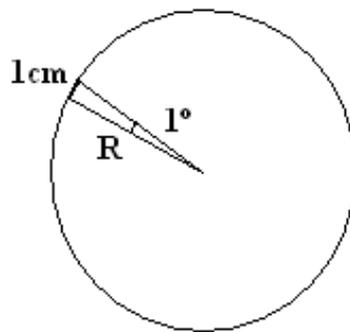
- ❖ Sebuah **kompas** untuk menyelaraskan alat-alat yang berbeda.
- ❖ Dan jangan lupa sejumlah peralatan yang biasa dibutuhkan pelajar: buku catatan, pulpen, jam, dll

Dengan mengikuti instruksi dan gambar-gambar yang tersedia, kita dapatkan alat-alat dengan cara yang sangat sederhana dan menggunakannya di luar ruangan. Pada siang hari kita akan mengukur, misalnya, posisi (ketinggian) dari pohon, bukit, dsb. menggunakan kuadran. Di malam hari, kita dapat mengukur posisi dari dua buah bintang yang berbeda, atau Bulan – untuk memahami fase-fase pada siklus periodik. Kita yakinkan para siswa untuk mengambil data di sini.

Pada malam pengamatan pertama, sebaiknya menggunakan peta sederhana sebagai persiapan lebih jauh untuk menjadi lebih familiar dengan konstelasi-konstelasi penting. Tentunya peta astronomi sangat akurat namun menurut pengalaman guru, kadang mereka pada mulanya bingung dalam memahami konstelasi bintang tanpa bantuan.

### Penggaris untuk mengukur sudut

Dengan memperhatikan perbandingan sederhana, kita dapat membuat instrumen dasar untuk mengukur sudut-sudut dalam segala situasi. Tujuan utama kita adalah untuk menjawab pertanyaan berikut: “Berapakah jarak (dalam radius, ) yang Saya butuhkan untuk mendapatkan alat yang mewakili 1° sehingga ekuivalen dengan 1 cm?”



Gambar 1: Radius R ilustrasi untuk mendapatkan alat dengan 1° yang setara dengan 1 cm

Pada Gambar 1 kita dapatkan hubungan antara keliling lingkaran  $2 \pi R$  dalam sentimeter terhadap 360 derajat, dengan 1 cm terhadap 1°:

$$\frac{2\pi R \text{ cm}}{360^\circ} = \frac{1 \text{ cm}}{1^\circ}$$

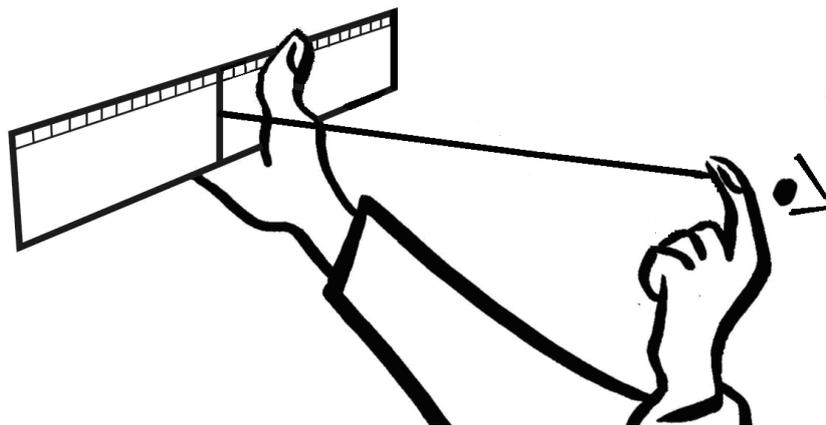
Sehingga,

$$R = 180 / \pi = 57 \text{ cm}$$

**Cara membuat alatnya:** Ambil sebuah penggaris dan tandai sebuah benang atau tali yang panjangnya 57 cm. Perhatikan tali tersebut harus kencang.

**Cara menggunakannya:**

- Kita melihat dengan cara menempelkan ujung tali dekat sekali dengan mata “di pipi, bawah mata”
- Kita dapat mengukur menggunakan penggaris yang kini memiliki sifat  $1 \text{ cm} = 1^\circ$  derajat jika tali tersebut diregangkan (Gambar 2)



Gambar 2: Menggunakan instrumen (sebuah penggaris dan sehelai tali sepanjang 57 cm), kita dapat mengukur sudut dengan ekuivalensi “ $1 \text{ cm} = 1^\circ$ ”

**Latihan yang diusulkan:**

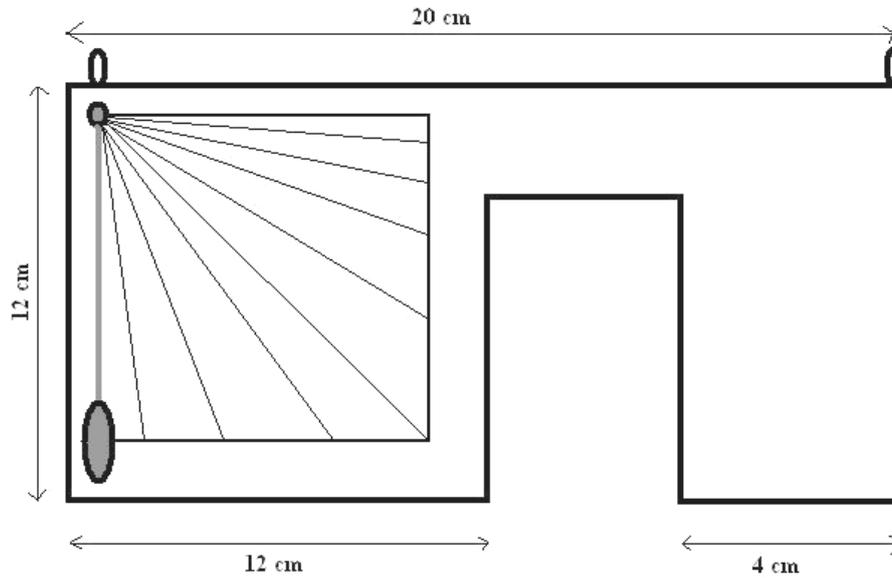
**Berapa jarak angular antara dua bintang pada konstelasi yang sama? Gunakan “penggaris untuk mengukur sudut” untuk menghitung jarak (dalam derajat) antara Merak dan Dubne dari Ursa Major.**

**Kuadran yang disederhanakan: “pistol” kuadran**

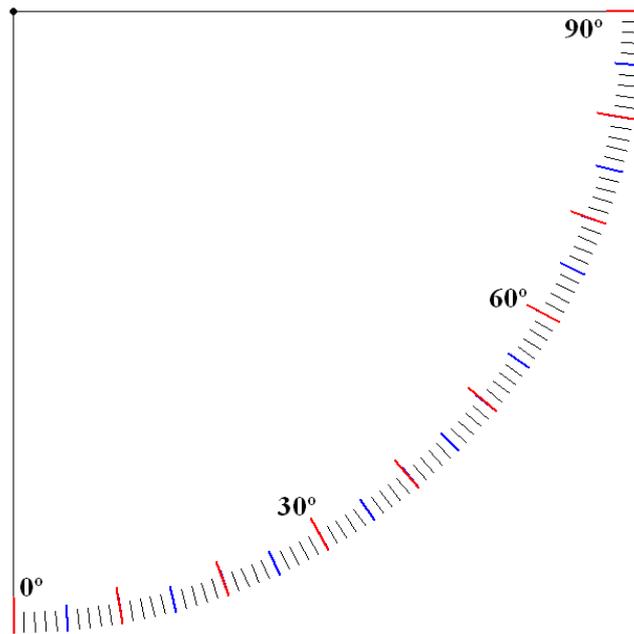
Versi yang sangat sederhana dari kuadran dapat sangat berguna untuk mengukur sudut-sudut. Di sini kita persembahkan versi “pistol” yang ramah pengguna dan pembuatannya disukai para siswa.

**Untuk membuatnya:** Kita membutuhkan sebuah karton berbentuk persegi panjang (sekitar  $12 \times 20 \text{ cm}$ ). Kita buat lubang persegi panjang seluas yang terdapat di Gambar 3 agar alat dapat dipegang. Tempatkan dua kail bundar pada sisi-sisinya (Gambar 3).

Pada kertas kuadran (Gambar 4) dengan batas sudut-sudut terpampang (Gambar 3) sehingga salah satu kaitnya berada pada posisi  $0^\circ$  (Gambar 3). Kaitkan benang pada ujung atas dan di ujung satunya kaitkan dengan suatu benda kecil sebagai beban pemberat



Gambar 3: 'Pistol' kuadran.



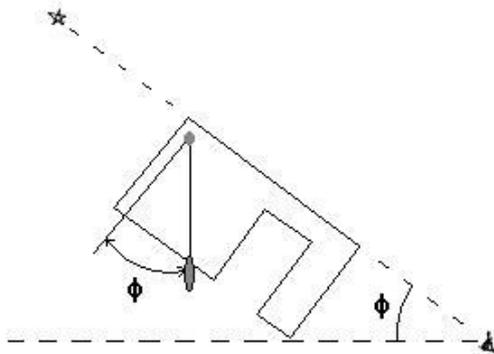
Gambar 4: Graduasi 90° untuk ditempel di kuadran.

**Cara menggunakannya:**

- Ketika memandang objek melalui dua kail, tali akan menunjukkan posisi sudut dari 0° yang menunjukkan horizon (Gambar 5b.)
- Sebuah sedotan yang dimasukkan pada dua kail akan menjadi alat pengamat yang sempurna untuk mengukur ketinggian Matahari dengan memproyeksikan bayangannya pada sebuah karton putih. PERHATIAN: JANGAN PERNAH MELIHAT MATAHARI SECARA LANGSUNG!!!

**How to use it?:**

- When viewing the object through the two hooks the string indicates the angular position  $0^\circ$  refers to the horizon (figure 5b).
- A straw passing through the hooks is an excellent viewer that will allow us to measure the height of the Sun by projecting the image onto a piece of white cardboard. CAUTION: DO NOT EVER LOOK DIRECTLY AT THE SUN!!!



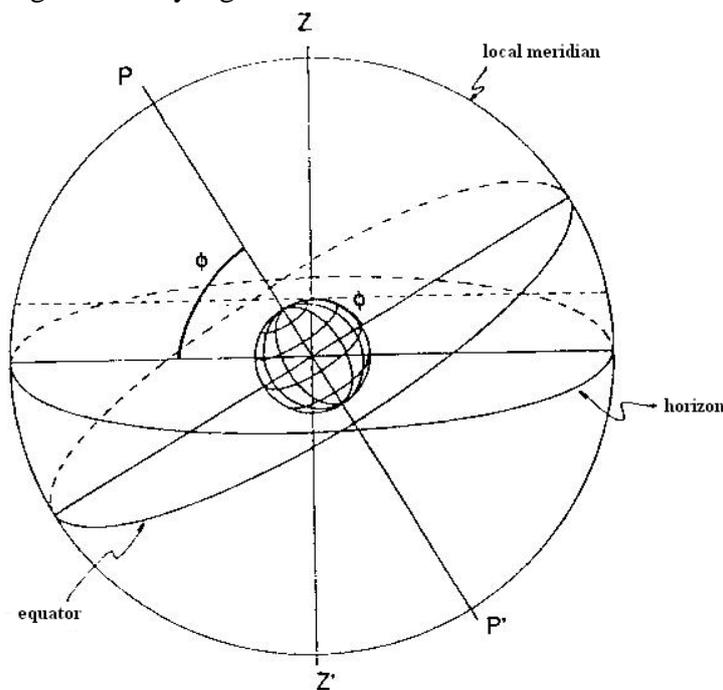
Gambar 5a dan 5b: Menggunakan kuadran jenis 'pistol'.

**Latihan yang diusulkan:**

**Bagaimanakah lintang dari sekolah Anda?**

*Kita akan menggunakan kuadran untuk mengukur ketinggian dari Kutub. Lintang suatu tempat sama dengan ketinggian Kutub dari tempat itu (Gambar 6).*

Kita dapat pula menggunakan kuadran untuk menghitung (di kelas matematika) ketinggian dari sekolah atau bangunan lain yang berdekatan

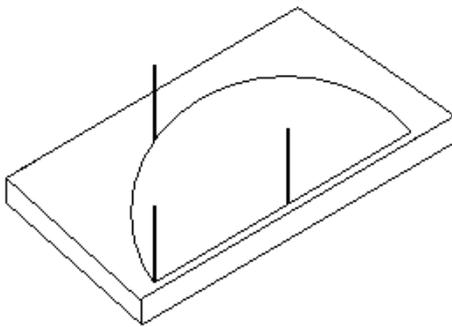


Gambar 6: Lintang suatu tempat  $\Phi$  sama dengan ketinggian dari Kutub.

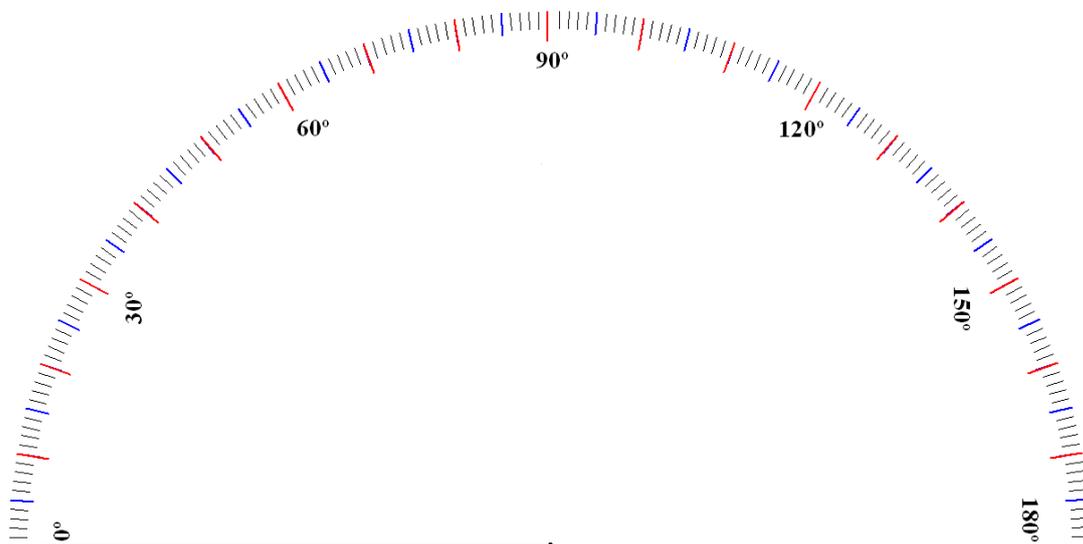
## Goniometer Horizontal

Versi goniometer yang disederhanakan dapat digunakan untuk mengetahui koordinat kedua yang dibutuhkan dalam menentukan posisi suatu benda langit.

**Cara membuatnya:** Potong karton berbentuk persegi panjang dengan ukuran sekitar 12x20 cm (Gambar 7a). Kita lekatkan kertas setengah lingkaran (Gambar 8) bersudut sehingga diameter dari setengah lingkaran ini paralel dengan sisi terpanjang dari karton. Dengan menggunakan 3 “jarum” kita dapat menandai dua buah arah pada goniometer (Gambar 7b).



Gambar 7a dan 7b: Menggunakan goniometer horizontal.



Gambar 8: Graduasi 180° untuk ditempelkan pada goniometer horizontal

### Cara menggunakannya:

- Jika ingin mengukur azimut dari bintang, kita arahkan garis asal di ketrans setengah lingkaran tersebut pada arah Utara-Selatan.
- Azimutnya adalah sudut yang terbentuk antara garis sebagai arah Utara-Selatan dengan garis yang melalui pertengahan lingkaran dan arah dari benda langit yang diamati.

**Latihan yang diusulkan:****Bagaiman posisi bulan malam ini?**

Gunakan kuadran dan goniometer horizontal untuk menghitung ketinggian dan azimut dari bulan. Untuk mempelajari gerakan bulan malam ini, Kita dapat menentukan dua koordinat sebanyak tiga kali setiap satu jam. Dengan cara ini kita dapat membandingkan pergerakan bulan terhadap bintang-bintang di langit.

**Planisfer**

Kita menggunakan peta bintang –yang bergantung pada lintang– untuk memahami konstelasi. Kita buat satu alat, namun lebih baik bila membuatnya lebih dari satu.

**Cara membentuk planisfer:** Kita akan menggunakan fotokopi dari konstelasi langit pada sebuah piringan “putih” dan akan menempatkannya pada pegangan yang disesuaikan dengan lintang Anda yang dekat dengan ekuator.

**Belahan Bumi Utara**

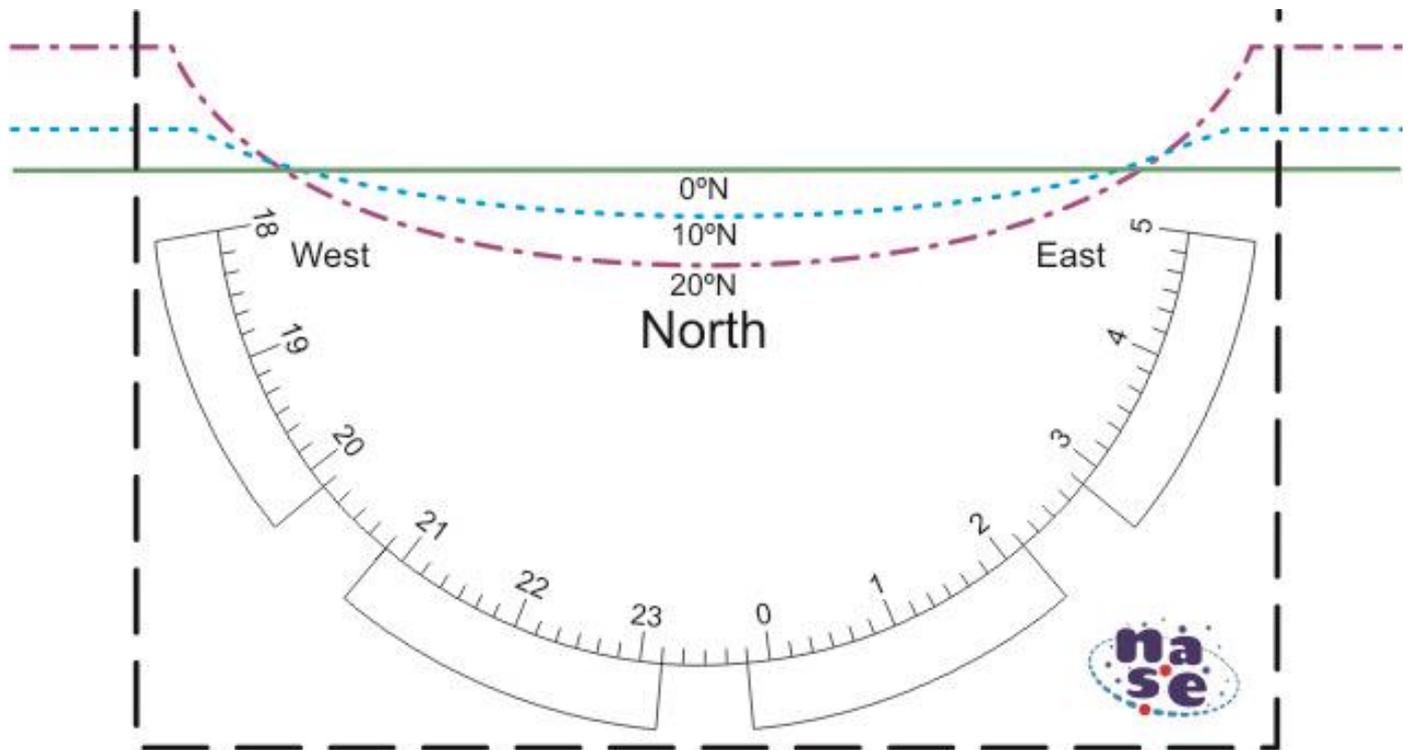
Untuk daerah yang berada pada belahan bumi bagian utara dengan *garis lintang antara 0 sampai 20 derajat*, Anda perlu menyiapkan dua planisfer, satu untuk masing-masing horizon. Untuk membuat horizon utara, kita potong jendela Gambar 9a menelusuri garis yang kontinu sesuai dengan derajat lintangnya, kemudian melipatnya sesuai garis putus-putus sehingga terbentuk suatu kantong. Kita akan menempatkan peta bintang di Gambar 10a ke dalam kantong tersebut. Sekarang kita punya planisfer untuk horizon utara. Kita lakukan hal yang sama untuk membuat planisfer horizon selatan. Gunting dan tempel, seperti sebelumnya, jendela Gambar 9b, lalu letakkan ke dalam kantong-peta-bintang pada

Ketika kita hendak melakukan pengamatan di belahan bumi bagian utara dengan *lintang antara 30 sampai 70 derajat*, cukup dengan menggunting jendel gambar 9e menelusuri garis tegas dan melipat sesuai dengan garis putus-putus untuk mendapatkan sebuah kantong yang nantinya sebagai wadah lingkaran peta bintang yang dipotong di atas (Gambar 10a).

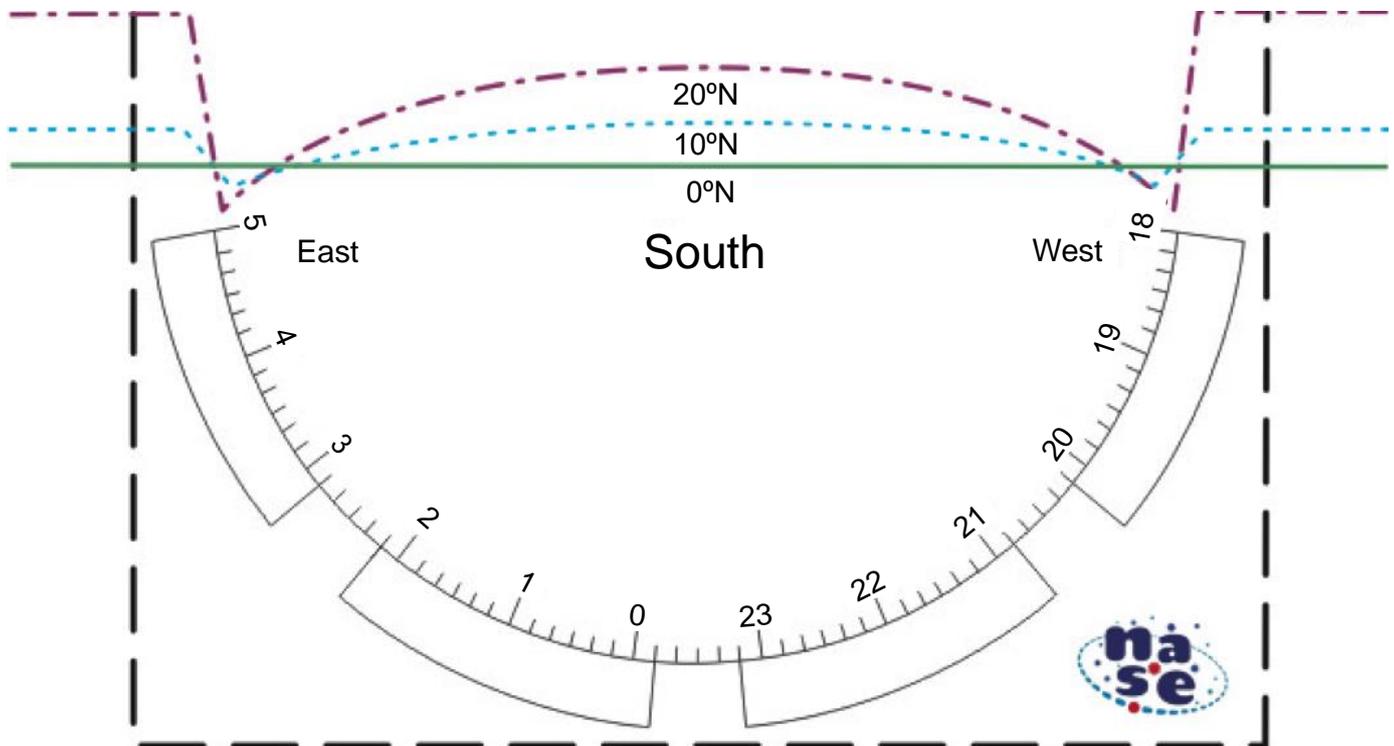
**Belahan Bumi Selatan**

Untuk daerah yang berada pada belahan bumi bagian utara dengan *garis lintang antara 0 sampai 20 derajat*, Anda perlu menyiapkan dua planisfer, satu untuk masing-masing horizon. Mula-mula kita bentuk horizon utara. Kita gunting jendela Gambar 9c sesuai dengan garis tegas sesuai dengan derajat lintangnya, kemudian melipatnya sesuai garis putus-putus sehingga terbentuk suatu kantong. Kita akan menempatkan peta bintang di Gambar 10b ke dalam kantong tersebut. Dengan demikian kita punya planisfer untuk horizon utara. Kita lakukan hal yang sama untuk membuat planisfer horizon selatan. Gunting dan tempel, seperti sebelumnya, jendela Gambar 9d, lalu letakkan pada dalam kantong-peta-bintang pada Gambar 10b. Kita akan gunakan kedua planisfer ini sebagaimana kita memandang belahan bumi utara maupun selatan.

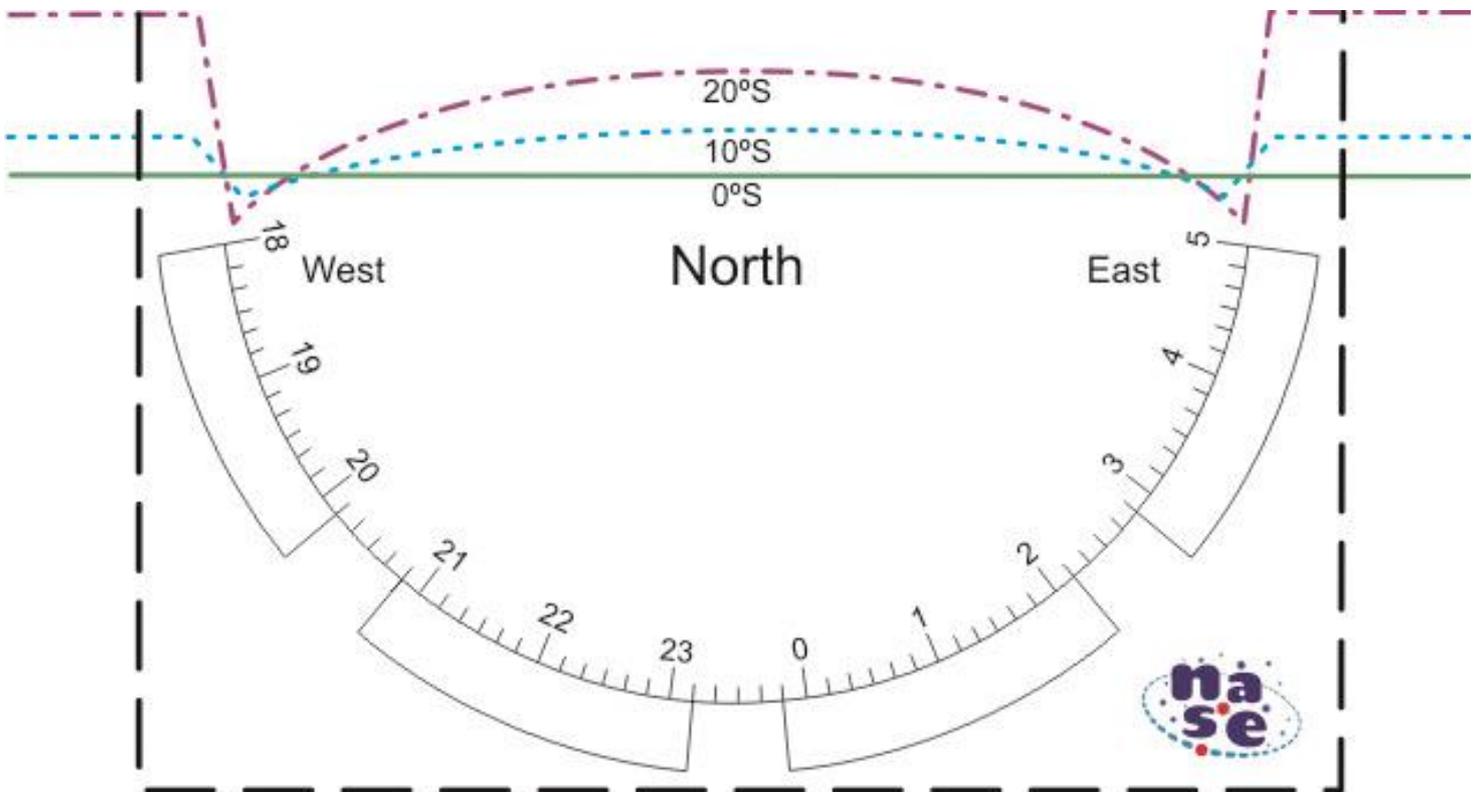
Ketika kita hendak melakukan pengamatan di belahan bumi bagian selatan dengan *lintang antara 30 sampai 70 derajat*, cukup dengan menggunting jendel Gambar 9f menelusuri garis tegas dan melipat sesuai dengan garis putus-putus untuk mendapatkan sebuah kantong yang nantinya sebagai wadah lingkaran peta bintang yang dipotong di atas (Gambar 10b).



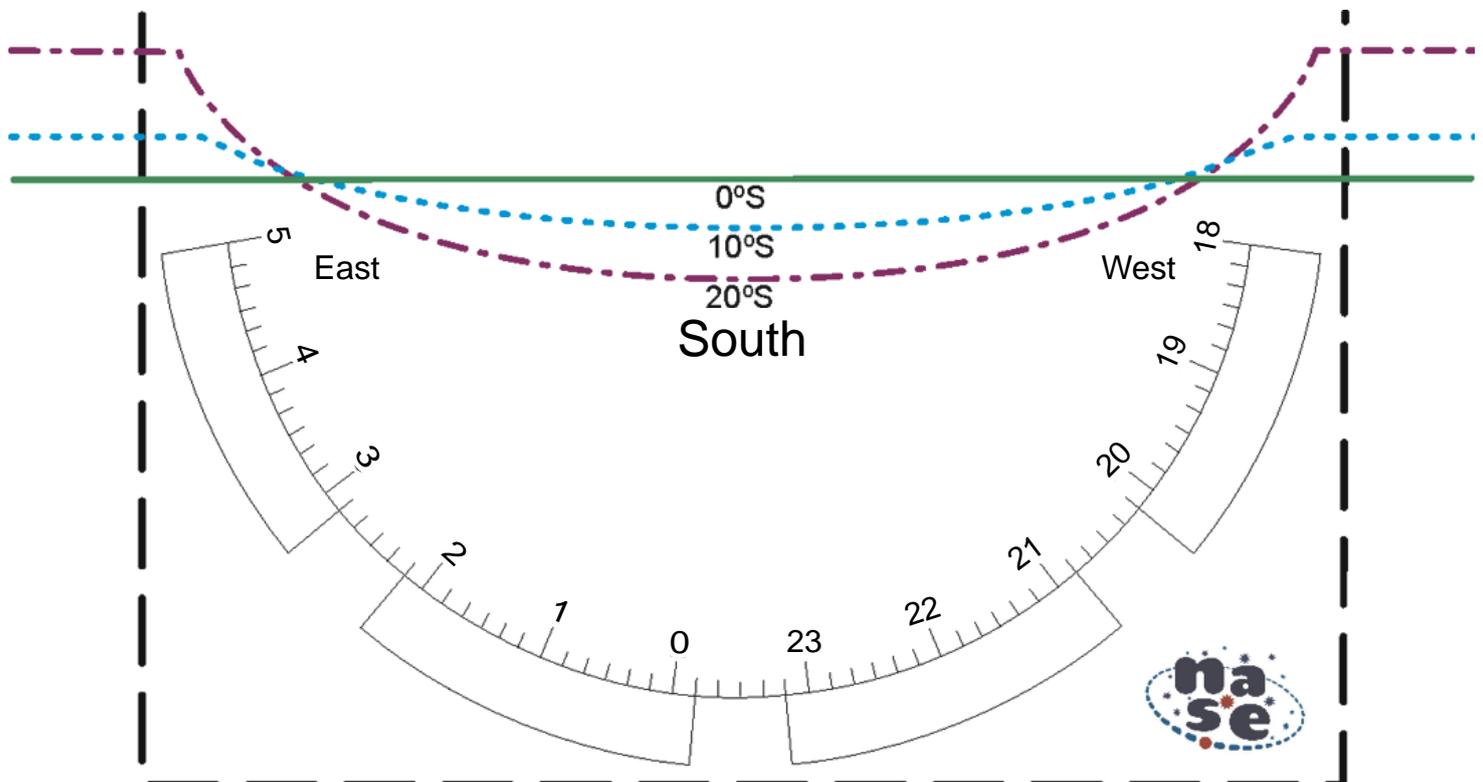
Gambar 9a: Kantong untuk horizon utara di belahan bumi bagian utara (lintang utara 0,10, dan 20).



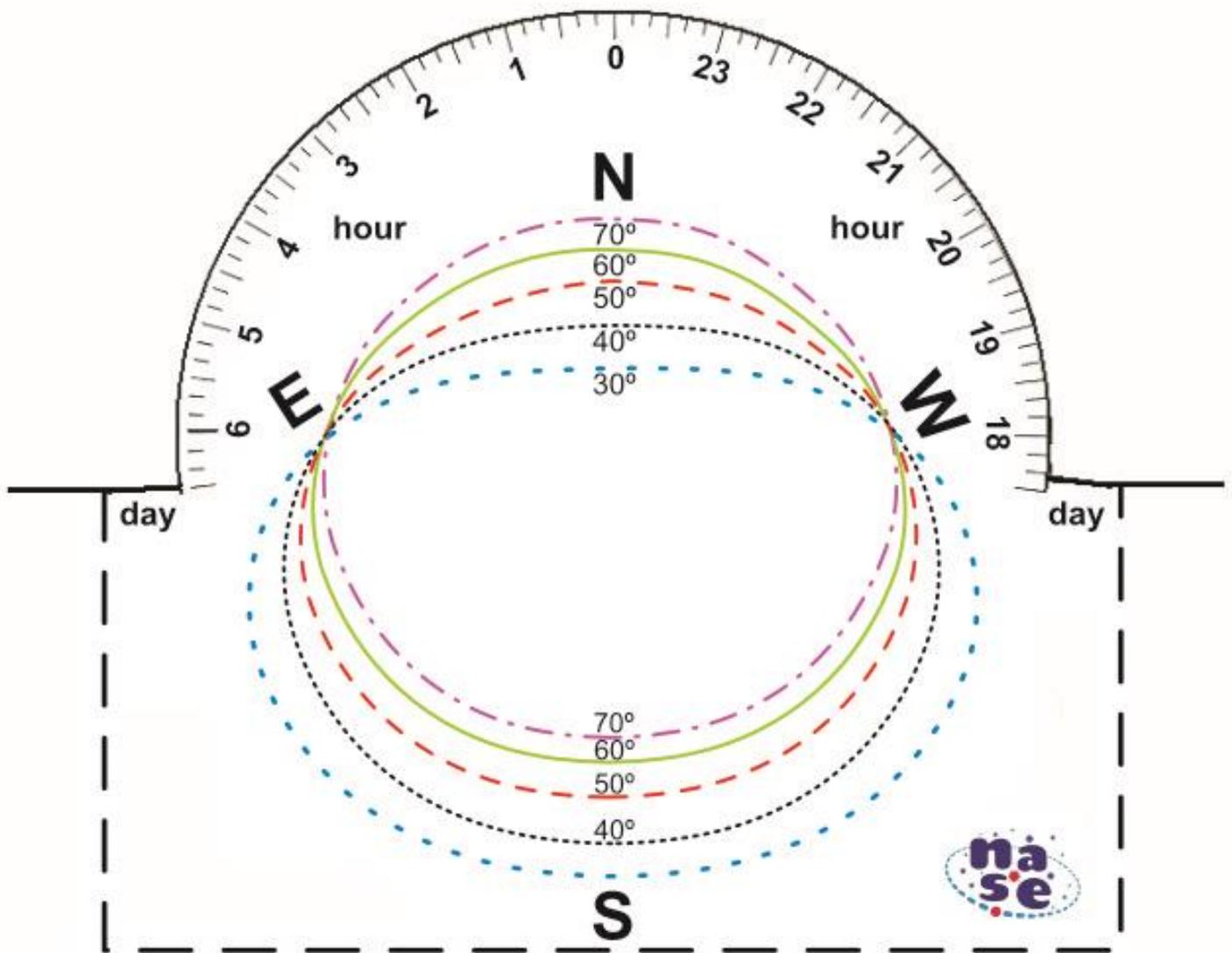
Gambar 9b: Kantong untuk horizon selatan di belahan bumi bagian utara (lintang utara 0,10, dan 20).



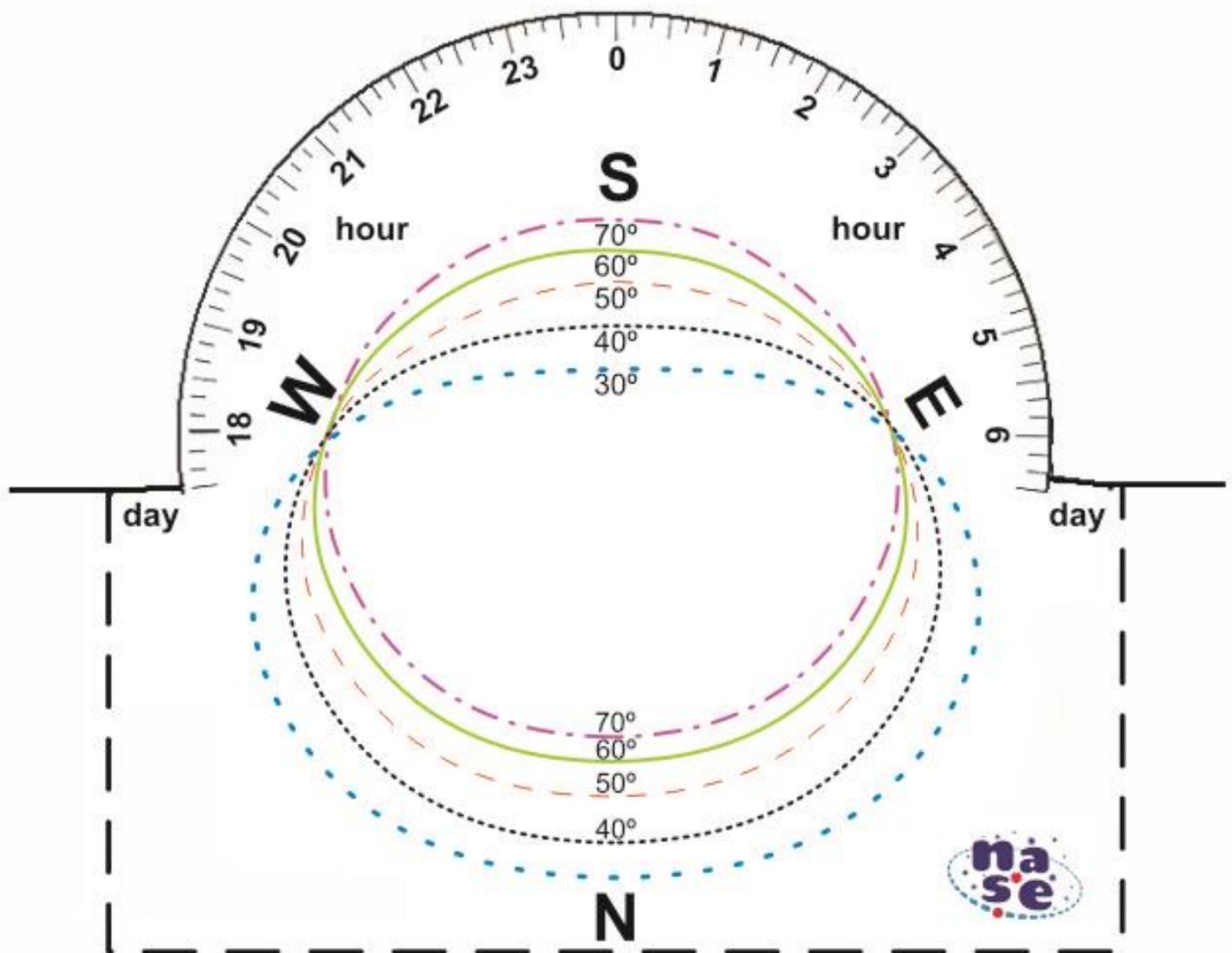
Gambar 9c: Kantong untuk horizon utara di belahan bumi bagian selatan (lintang selatan 0,10, dan 20)..



Gambar 9d: Kantong untuk horizon selatan di belahan bumi bagian selatan (lintang utara 0,10, dan 20).



Gambar 9e: Kantong untuk kedua horizon di belahan bumi bagian utara (lintang utara 30, 40, 50, 60, dan 70).



Gambar 9f: Kantong untuk kedua horizon di belahan bumi bagian selatan (lintang selatan 30, 40, 50, 60, dan 70)





### Cara menggunakannya:

- Tempatkan tanggal ketika kita akan melihat sesuai dengan waktu pengamatan dengan memutar piringan bintang-bintang dan menggunakan peta dunia untuk melihat langit di arah yang sesuai. Bagian langit yang dapat dilihat oleh mata ditunjukkan oleh planisfer ini.
- Catatan: Sebuah planisfer digunakan sebagai payung, ini adalah peta langit dan kita letakkan di atas kepala untuk menunjukkan konstelasinya.

### Latihan yang diusulkan:

#### Langit mana yang kita lihat malam ini?

*Dengan menggunakan planisfer, kita membuatnya sesuai dengan lintang sekolah kita, putar piringan bintang-bintang sehingga tanggal hari ini bertepatan dengan waktu pengamatan yang direncanakan.*

Perhatikan bahwa planisfer ini adalah “peta bintang” dan kita perlu mengangkatnya ke atas kepala “seperti payung” (ini bukan peta kota kita!)

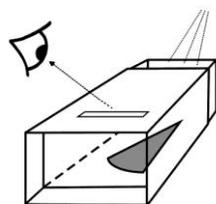
### Spektroskopi

Dengan mengarahkan cahaya matahari melalui instrumen sensitif ini, siswa akan dapat memvisualisasikan dekomposisi spektral dari cahaya. Ini adalah cara sederhana untuk para siswa mengamati spektrum bintang dengan alat yang mereka buat sendiri.

**Cara membuat spektroskopi:** Cat bagian dalam dari kotak korek api yang besar (ukuran korek api yang biasa digunakan di dapur). Potong melintang (Gambar 11b) sepanjang pengamat dapat mengamati spektrumnya. Potong CD yang telah rusak (atau yang sudah tidak digunakan lagi) menjadi 8 potongan yang sama besar, dan letakkan satu bagiannya ke dalam dasar kotak korek api, dengan bagian rekaman CD menghadap ke atas. Tutup kotak tersebut, sisakan hanya sebagian kecil yang terbuka, yaitu pada sisi yang berseberangan dengan celah untuk mengamati.

#### Bagaimana cara menggunakannya?

- Arahkan kotak korek api sehingga matahari menyorot ke bawah melalui celah terbuka dan amati melalui celah pengamatan (Gambar 11a).
- Di dalam kotak korek api, kita akan melihat cahaya matahari yang terpecah menjadi berbagai warna spektrum



Gambar 11a dan 11b: Bagaimana menggunakan spektroskop

**Latihan yang diusulkan:**

**Bandingkan spektrum matahari dengan pendar cahaya atau lampu lain yang ada di sekolah.** Kita akan dapat mengamati variasi spektrum yang tampak tergantung pada tipe lampu yang sedang kita lihat.

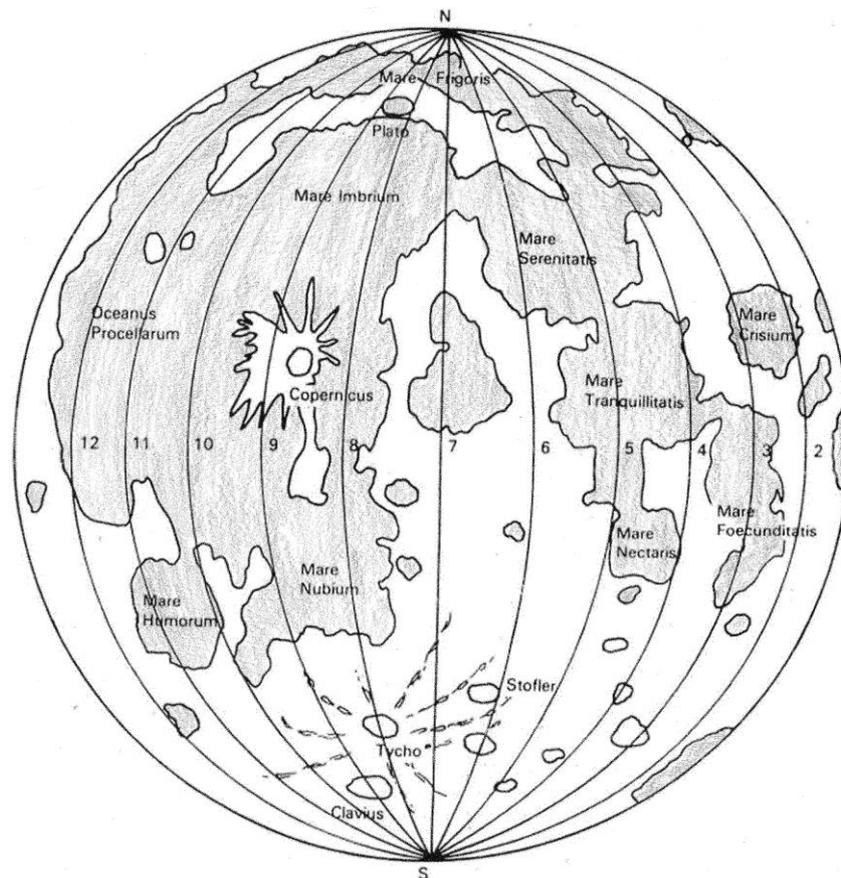
**Peta Bulan**

Akan bagus jika memasukkan peta bulan versi sederhana yang memuat nama-nama lautan dan beberapa kawah yang dapat dilihat melalui lensa binokuler atau teleskop kecil, ke dalam aktentas kita.

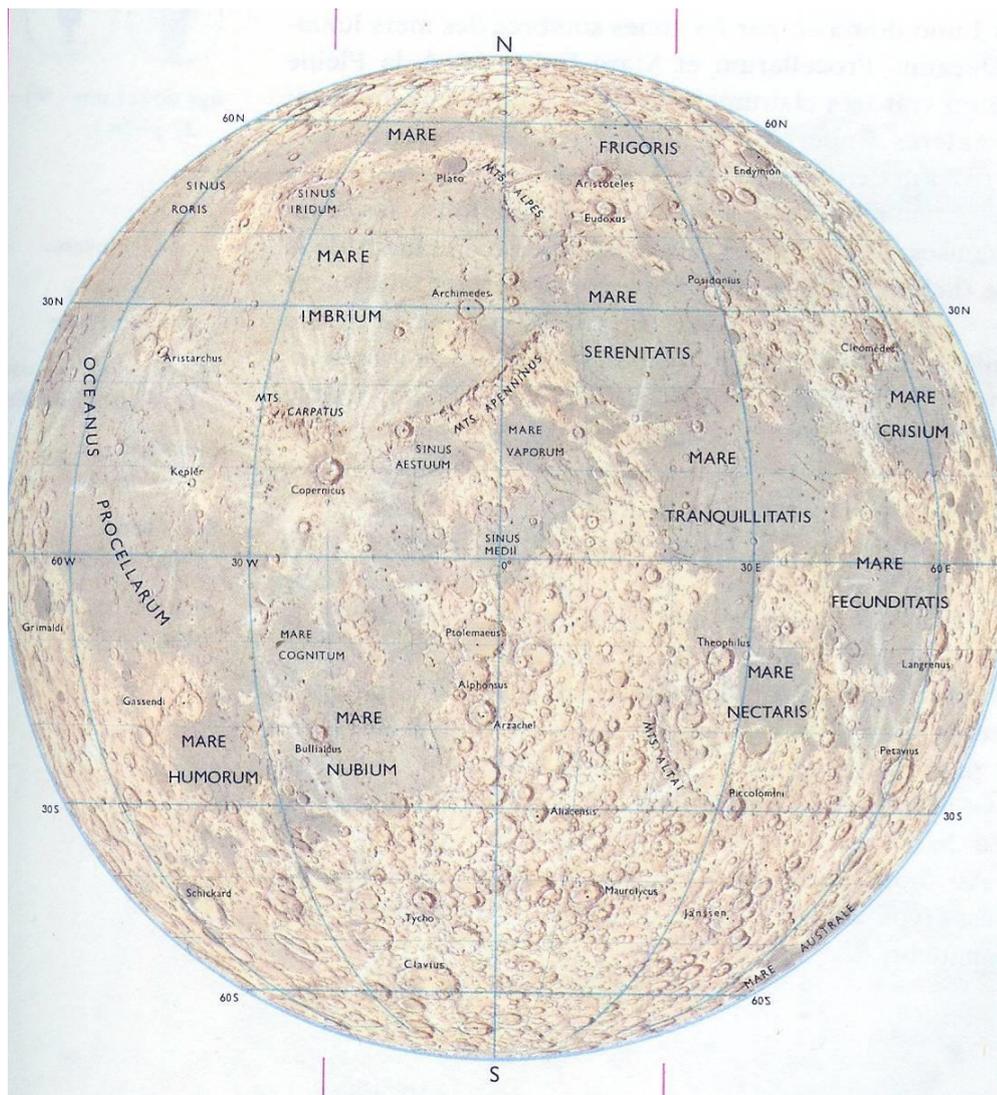
**Untuk membuatnya:** Anda membutuhkan selembar karton persegi (sekitar 20x20 cm) (gambar 12 atau 13).

**Bagaimana cara menggunakannya?:**

- Perlu diketahui bahwa orientasi akan berubah tergantung pada apakah Anda menggunakan mata telanjang, jika Anda menggunakan teropong atau teleskop (gambar terbalik), dan apakah Anda menonton dari Belahan Utara atau Selatan. Cara termudah untuk memulai adalah dengan mengidentifikasi lautan, memverifikasi bahwa posisinya benar dan kemudian terus mengidentifikasi fitur-fitur bulan lainnya.



Gambar 12: Skematik peta bulan.



Gambar 13: Peta Bulan yang sederhana

**Latihan yang disarankan:**

**Manakah kawah Tycho?** *Lihat ke arah bulan ketika bulan pada fase hampir purnama (lebih dari fase bulan setengah) dan identifikasi pada zona tengah: kawah dengan sistem cahaya yang besar (garis-garis yang meninggalkan kawah menuju ke seluruh arah melintasi permukaan satelit*

**Menata Aktentas**

Letakkan tas kertas dengan sisi lembaran bagian atasnya terbuka (Gmabar 14) untuk menyimpan planisfer, peta bulan, jam matahari, dll.

Di bagian dalam kotak, letakkan alat-alat sedemikian hingga alat tersebut tidak mudah bergeser, menggunakan klip, pin, dan ikat pinggang kecil. Sekrup dari kuadran harus diletakkan di tengah sebab koper ini mengandung alat-alat yang rapuh sehingga akan seimbang ketika memegangnya. Beberapa siswa disarankan untuk menempelkan daftar alat-

alat yang termuat di dalam koper, pada bagian luar koper sehingga kita yakin telah mengumpulkan seluruhnya di akhir kegiatan. Sebagai tambahan, tentunya, beri label dengan nama kita dan hias sesuai dengan keinginan, agar membedakannya dengan koper siswa lainnya.



Gambar 14: Koper

## Kesimpulan

Mengamati bagaimana langit bergerak sepanjang malan, sepanjang hari, dan sepanjang tahun adalah suatu keharusan untuk seorang astronom muda. Dengan proyek semacam ini, siswa akan dapat:

- Memperoleh rasa percaya diri dalam pengukuran;
- Bertanggung jawab terhadap alat-alat mereka sendiri
- Mengembangkan kreatifitas mereka dan kemampuan membuat pekerjaan tangan
- Memahami pentingnya pengambilan data secara sistematis;
- Memfasilitasi pemahaman terhadap ala-alat yang lebih canggih;
- Mengetahui pentingnya pengamatan dengan mata telanjang, dulu dan sekarang.

## Pustaka

- Palici di Suni, C., First Aid Kit. *What is necessary for a good astronomer to do an Observation in any moment?*, Proceedings of 9<sup>th</sup> EAAE International Summer School, 99, 116, Barcelona, 2005.
- Palici di Suni, C., Ros, R.M., Viñuales, E., Dahringer, F., *Equipo de Astronomía para jóvenes astrónomos*, Proceedings of 10<sup>th</sup> EAAE International Summer School, Vol. 2, 54, 68, Barcelona, 2006.
- Ros, R.M., Capell, A., Colom, J., *El planisferio y 40 actividades más*, Antares, Barcelona, 2005.