

KAJIAN RANCANGAN DAN PENGOPERASIAN TELESKOP BERUKURAN 2-3 METER

A. Gunawan Admiranto

*Bidang Penelitian Matahari dan Lingkungan Antariksa
Puslitbang Pengetahuan Ionosfer LAPAN*

Ringkasan

Dalam upaya memajukan ilmu keantariksaan di Indonesia, khususnya astronomi, diusulkan adanya suatu teleskop berukuran besar (2-3 meter) yang bisa dipakai untuk melakukan penelitian bintang-bintang setipe matahari yang terletak di langit selatan. Dalam kaitan ini diusulkan teleskop dengan tipe Ritchey-Chretien karena sesuai untuk keperluan tersebut di atas.

Abstract

We propose a 2-3 m telescope system which can be used to conduct stellar researches especially solar-type stars. The aim of this proposal is to enhance space research in Indonesia, especially astronomy. In this respect we propose a Ritchey-Chretien telescope because this telescope is the most suitable one for this research.

1. Pendahuluan

Sekarang ini astronomi sedang mengalami perkembangan yang sangat pesat. Kita bisa lihat adanya penemuan-penemuan baru dalam bidang tata surya, fisika bintang, struktur galaksi, dan kosmologi. Keberhasilan pendaratan pesawat angkasa tak berawak di planet Mars (*Pathfinder* dan robot *Sojourner*-nya) baru-baru ini semakin mempertegas keberhasilan tersebut. Tidak ketinggalan juga teleskop Ruang Angkasa Hubble, meskipun beberapa kali mengalami gangguan, sudah cukup banyak memberikan data yang sangat berharga demi kemajuan ilmu astronomi. Di samping itu, pengamatan dalam panjang gelombang lain (sinar X, sinar gamma, dan ultra violet) yang dilakukan di luar angkasa juga cukup banyak memberikan masukan yang berharga bagi para astronom.

Meskipun astronomi yang berbasis ruang angkasa sudah sangat banyak memberikan masukan yang berharga demi kemajuan astronomi, ini tidak berarti bahwa pengamatan astronomi yang dilakukan di permukaan bumi (*ground based astronomy*) sudah mulai ditinggalkan. Kita masih bisa temui beberapa teleskop modern yang dipasang di permukaan bumi dengan teknologi dan pengetahuan yang sangat mutakhir. Contoh paling jelas dari ini adalah teleskop yang ada di Mauna Kea, Hawaii. Ini menunjukkan bahwa pengamatan astronomi yang dilakukan di permukaan bumi masih cukup penting, apalagi bila kita kaitkan dengan resesi ekonomi yang sedang berlangsung, karena pengamatan astronomi yang dilakukan di permukaan bumi jelas tidak memerlukan biaya yang terlalu tinggi bila dibandingkan dengan pengamatan yang dilakukan di ruang angkasa.

Melihat perkembangan yang berlangsung di negara-negara yang sudah maju dalam bidang astronomi, kami memandang perlu agar dunia ilmu pengetahuan dasar, khususnya astronomi, di Indonesia bisa memperkecil jarak ketertinggalan yang kita alami. Secara khusus, sebagai sebuah lembaga yang bergerak dalam bidang keantariksaan LAPAN berkewajiban untuk ikut serta melakukan upaya tersebut di atas.

Bidang Matahari dan Lingkungan Antariksa LAPAN Bandung adalah bagian dari LAPAN yang memiliki tugas pokok dan fungsi melakukan penelitian dalam bidang matahari, antariksa, dan astronomi dalam kaitannya dengan penelitian iklim yang dilakukan

LAPAN secara keseluruhan. Oleh sebab itu, Bidang inilah yang mendapatkan tugas untuk mengembangkan penelitian dalam bidang matahari dan antariksa.

Sehubungan dengan itu, setelah melalui berbagai pengkajian dan diskusi, kami di Bidang Matahari dan Lingkungan Antariksa berkesimpulan bahwa kita memerlukan suatu peralatan pengumpul data matahari dan atau astronomi yang cukup mutakhir. Peralatan ini diharapkan bisa dipakai untuk melakukan penelitian tentang fisika bintang sejenis matahari. Pada gilirannya penelitian ini bisa membantu LAPAN dalam tugas pokok dan fungsinya mengembangkan penelitian keantariksaan.

Dalam pada itu, kami mengusulkan dikembangkannya suatu sistem pengamatan astronomi yang modern, menggunakan peralatan yang cukup mutakhir. Yang kami usulkan di sini adalah sebuah teleskop dengan cermin yang berdiameter 2-3 meter. Teleskop ini diharapkan bisa melakukan pengamatan astronomi pada obyek-obyek yang lemah cahayanya yang terletak di langit selatan yang belum terlalu banyak diamati oleh teleskop-teleskop di tempat lain.

Untuk bisa mendapatkan gambaran mengenai teleskop macam apa yang paling sesuai dengan situasi yang ada di Indonesia, baik dari segi sumber daya manusia dan pendanaannya maupun lokasi dan perangkat pendukung lainnya, maka kami membuat studi kelayakan berupa tinjauan tentang teleskop yang terdapat di berbagai observatorium di negara lain, baik dari segi rancangan maupun lokasinya. Dari sini diharapkan bisa diperoleh gambaran mengenai kinerja dan situasi lingkungan teleskop-teleskop tersebut dan dari sini bisa diperoleh gambaran tentang rancangan mengenai lokasi dan teleskop yang paling optimal yang bisa diterapkan di Indonesia. Dalam tulisan ini kami akan meninjau rancangan dan kinerja teleskop yang ada di Amerika Serikat, Amerika Selatan, Hawaii, dan Australia. Pilihan ini diambil karena di lokasi-lokasi tersebut terdapat berbagai teleskop dengan diameter cukup besar yang memiliki sistem kendali dan sistem pengolahan data yang cukup mutakhir.

2. Rancangan Teleskop

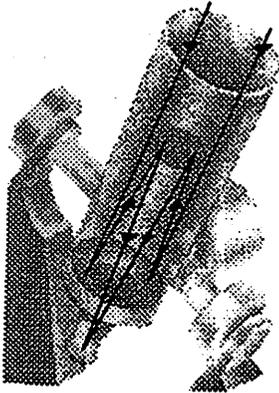
Fungsi utama lensa atau cermin sebuah teleskop optik adalah mengumpulkan cahaya bintang yang sangat lemah ke satu bidang fokus sehingga cahaya yang terkumpul ini bisa diamati dengan mudah. Oleh sebab itu, semakin besar diameter cermin atau lensa suatu teleskop semakin besar pula kemampuannya mengumpulkan cahaya yang berarti semakin mampu mengamati obyek langit yang sangat redup.

Akan tetapi, sekarang dalam merancang sebuah teleskop dengan luas permukaan pengumpul yang besar, para astronom lebih memilih cermin daripada lensa karena cermin lebih banyak memiliki keuntungan daripada lensa. Persyaratan teknis sebuah cermin tidak seketat sebuah lensa. Sebuah lensa harus sempurna secara optik, dalam pengertian tidak boleh ada gelembung udara sedikitpun dalam lensa itu, dan semakin besar diameter lensa teleskop, ini semakin sulit dipenuhi. Di samping itu, penyangga lensa sebuah teleskop hanyalah tabung teleskop itu sendiri, sehingga setelah dipakai pada waktu yang cukup lama teleskop ini akan mengalami deformasi karena beratnya, dan akibatnya bayangan bintang yang dihasilkannya menjadi tidak sempurna lagi. Itulah sebabnya sekarang para astronom yang ingin merancang teleskop berdiameter besar tidak pernah lagi mempertimbangkan penggunaan lensa sebagai alat pengumpul cahaya, terutama bila mereka ingin mengamati bintang yang sangat lemah.

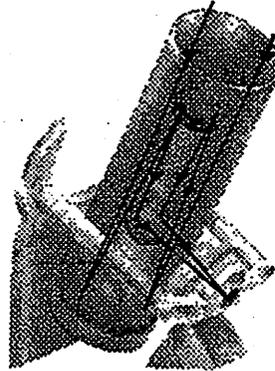
Berbagai jenis teleskop pantul dibedakan menurut sistem lintasan cahaya yang ditempuh yaitu:

- teleskop Coude,
- teleskop Cassegrain, dan

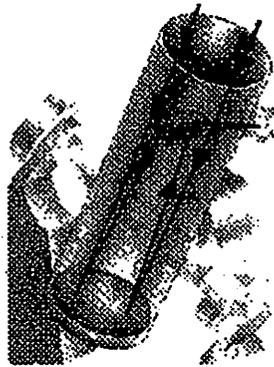
- teleskop Newtonian,
yang gambarnya bisa terlihat di bawah



teleskop Cassegrain



teleskop Coudé



teleskop Newtonian

Gambar 2.1 Berbagai jenis teleskop pantul. Garis menunjukkan lintasan cahaya yang menuju ke arah fokus teleskop

Dalam memilih jenis teleskop yang bisa dipakai untuk keperluan penelitian astronomi yang mendalam (dalam arti bisa memberikan sumbangan yang cukup berarti bagi perkembangan astronomi dunia), kita harus mempertimbangkan juga apakah berbagai detektor atau peralatan perekam mutakhir juga bisa dipasangkan dengan teleskop ini dengan cukup optimal. Kita harus pikirkan apakah peralatan kamera CCD dengan ukuran chip yang besar bisa dipasangkan pada teleskop itu. Selain itu kita harus pikirkan untuk keperluan apa saja teleskop itu nantinya, apakah untuk pengamatan obyek-obyek lemah atau juga untuk pengamatan dengan presisi tinggi.

3. Tinjauan pada Teleskop-teleskop Berdiameter Besar

Sekarang kita akan tinjau beberapa teleskop besar yang bisa menjadi bahan pertimbangan dalam upaya kajian studi kelayakan ini. Dari sini diharapkan kita mendapatkan gambaran mengenai teleskop macam apa yang layak kita miliki. Kita akan tinjau beberapa teleskop yang ada di Amerika Serikat, Australia, dan Hawaii.

a. Teleskop di KPNO (*Kitt Peak National Observatory*)

Teleskop ini terletak di Kitt Peak yang ada di negara bagian Arizona, Amerika Serikat. Di tempat ini terdapat 3 buah teleskop, yaitu reflektor Mayall yang berdiameter 4 m, reflektor yang berdiameter 2,1 m, dan teleskop matahari yang berdiameter 1,5 m. Di tempat ini terdapat berbagai peralatan sebagai berikut:

- Teleskop 4-m:
 - R-C (Ritchey-Chretien) Spektrograf + CCD
 - Echelle + UVFast, Red Long, or Blue Long Camera + CCD
 - IR Spektrometer Kriogenik
 - Pencitra IR (IRIM)
- 2.1-m Telescope:
 - Direct Camera + CCD (T1KA)
 - GoldCam CCD Spektrometer (F3KA)
 - IR Kriogenik Spektrometer (CRSP)
 - Pencitra IR (IRIM)
- Peralatan Coudé:
 - Spektrograf Coude + kamera (5 or 6) + CCD
 - NICMASS HgCdTe Array + kamera

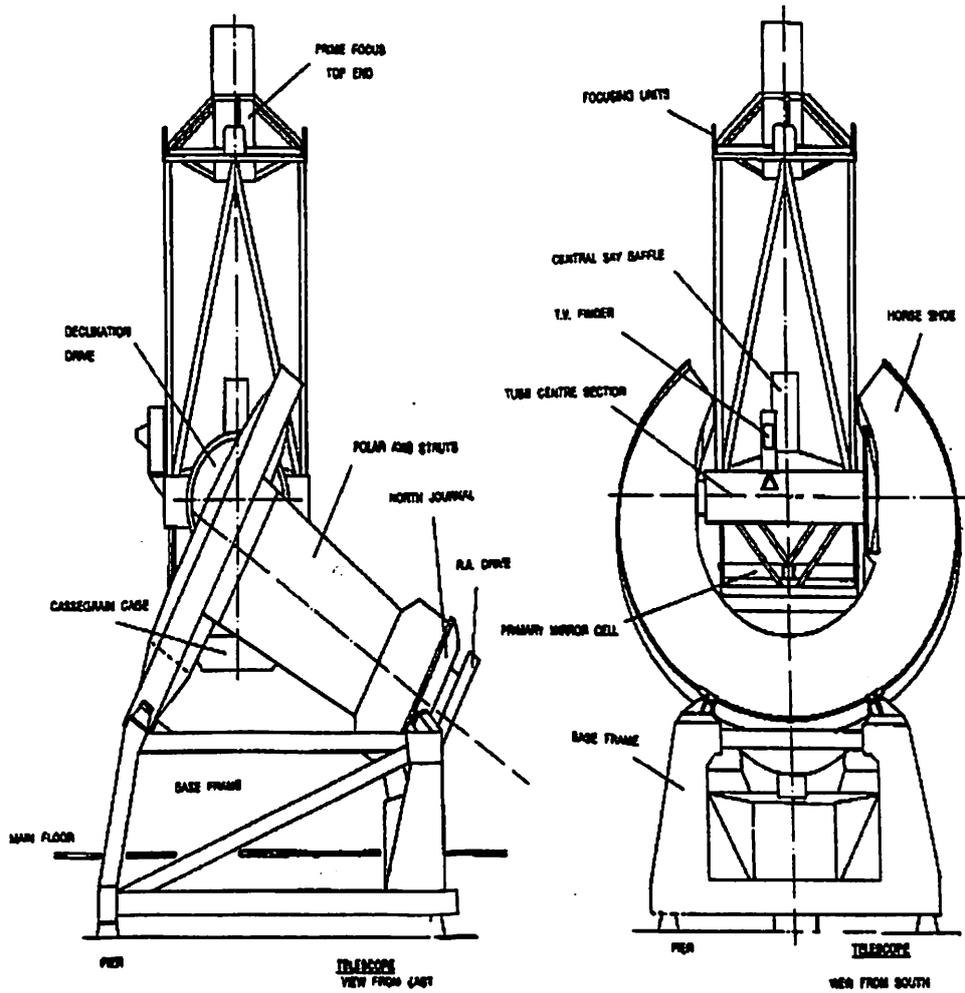
Untuk teleskop 4 m di atas para astronom di KPNO memilih rancangan Ritchey-Chretien karena beberapa alasan:

- i. Medan yang dihasilkan oleh sistem ini akan lebih datar karena faktor pengali pada cermin sekunder lebih kecil. Faktor pengali cermin sekunder pada sistem Ritchey-Chretien adalah sebesar 2,7, sedangkan pada sistem Schmidt-Cassegrain adalah sebesar 5 kali.
- ii. Sistem optika dalam rancangan akan bebas dari coma karena cermin primer dan sekunder dibentuk menjadi cermin hiperbolik, sedangkan pada sistem Schmidt-Cassegrain kedua cermin berbentuk belahan bola dan tidak dikoreksi terhadap adanya coma.
- iii. Pada sistem Schmidt-Cassegrain dipasang pelat koreksi untuk mengoreksi jalannya cahaya sehingga bisa mengakibatkan aberasi kromatik dan mengurangi transmisivitas cahaya. Aberasi kromatik ini dominan pada ujung panjang gelombang infra merah (di mana kepekaan kamera CCD sangat tinggi).

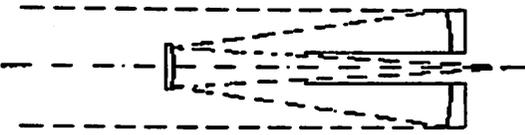
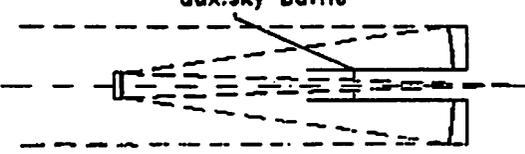
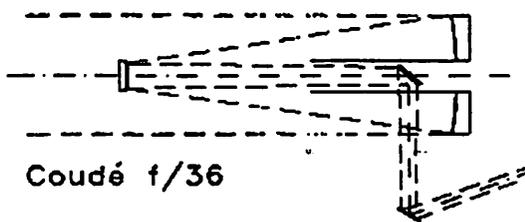
b. Teleskop Anglo-Australian Observatory

Teleskop ini adalah hasil kerjasama pemerintah Australia dengan pemerintah Inggris. Yang dioperasikan di sini adalah teleskop yang ada di Siding Spring Observatory yaitu Teleskop Anglo-Australian yang berdiameter 3,9 m, dan Teleskop Schmidt yang berdiameter 1,2 m.

Teleskop yang berdiameter 3,9 m memiliki konfigurasi Ritchey-Chretien dengan f-ratio sebesar $f/3,3$. Gambar 2 di bawah menunjukkan struktur teleskop ini, sedangkan Gambar 3 menunjukkan konfigurasi optik dari sistem teleskop 3,9 m ini.



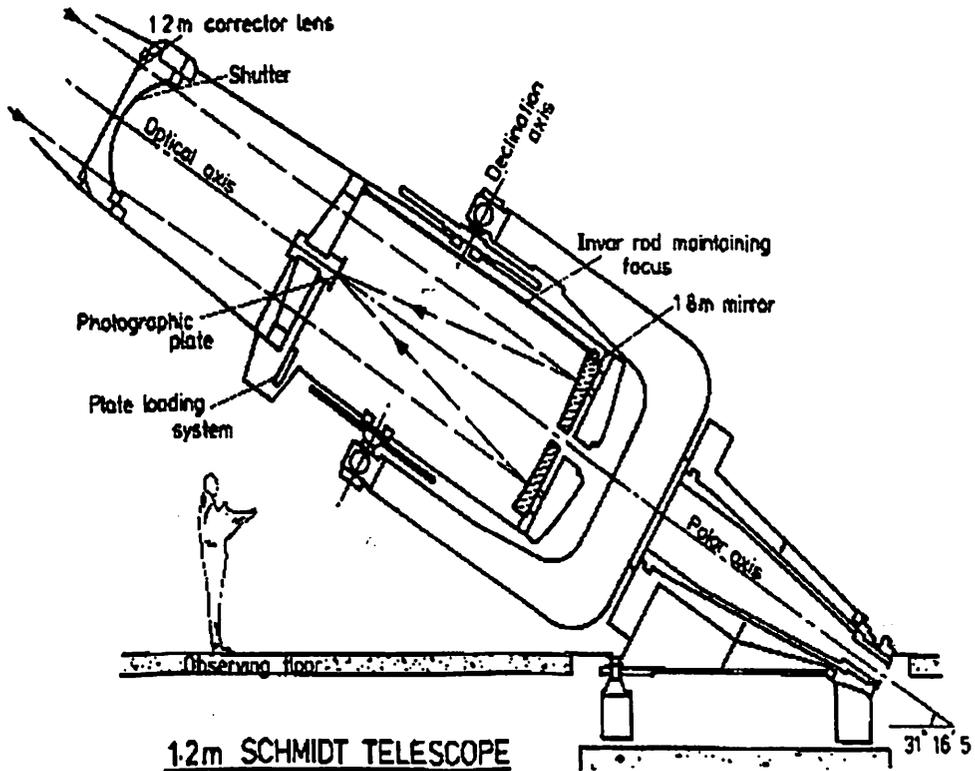
Gambar 3.1 Struktur teleskop 3,9 m

OPTICAL CONFIGURATIONS	FIELD Dia arc min.	SCALE arc sec/mm
 <p data-bbox="241 521 604 569">Prime focus $\sim f/3.3$</p>	<p data-bbox="819 386 967 492">up to 60 (depending on corrector)</p>	<p data-bbox="994 386 1128 492">15.3 to 16.24</p>
 <p data-bbox="241 782 510 830">Cassegrain $f/8$</p>	<p data-bbox="873 656 913 695">40</p>	<p data-bbox="1021 656 1102 695">6.67</p>
 <p data-bbox="416 859 591 888">aux.sky baffle</p> <p data-bbox="241 1052 551 1101">Cassegrain $f/15$</p>	<p data-bbox="873 937 913 975">15</p>	<p data-bbox="1021 937 1102 975">3.56</p>
 <p data-bbox="241 1304 645 1381">Cassegrain $f/36$ (Chopping secondary)</p>	<p data-bbox="833 1246 954 1352">6 (maximum chop ± 3)</p>	<p data-bbox="1008 1246 1075 1284">1.49</p>
 <p data-bbox="241 1564 470 1613">Coudé $f/36$</p>	<p data-bbox="873 1439 900 1477">8</p>	<p data-bbox="1008 1439 1075 1477">1.47</p>

Gambar 3.2 Konfigurasi optik teleskop AAO

Teleskop yang ada di Mount Stromlo menggunakan sistem Advanced Technology Telescope (ATT) di mana komputer menjadi bagian integral dari sistem teleskop itu

sendiri, bukan hanya menjadi sistem pengolah dan penyimpan data saja. Sistem ini berlaku juga pada teleskop Schmidt 1,2 m seperti yang terlihat di gambar 4 di bawah.



Gambar 3.3 Teleskop Schmidt di AAS

Teleskop-teleskop milik AAS ini memiliki berbagai instrumentasi sebagai berikut:

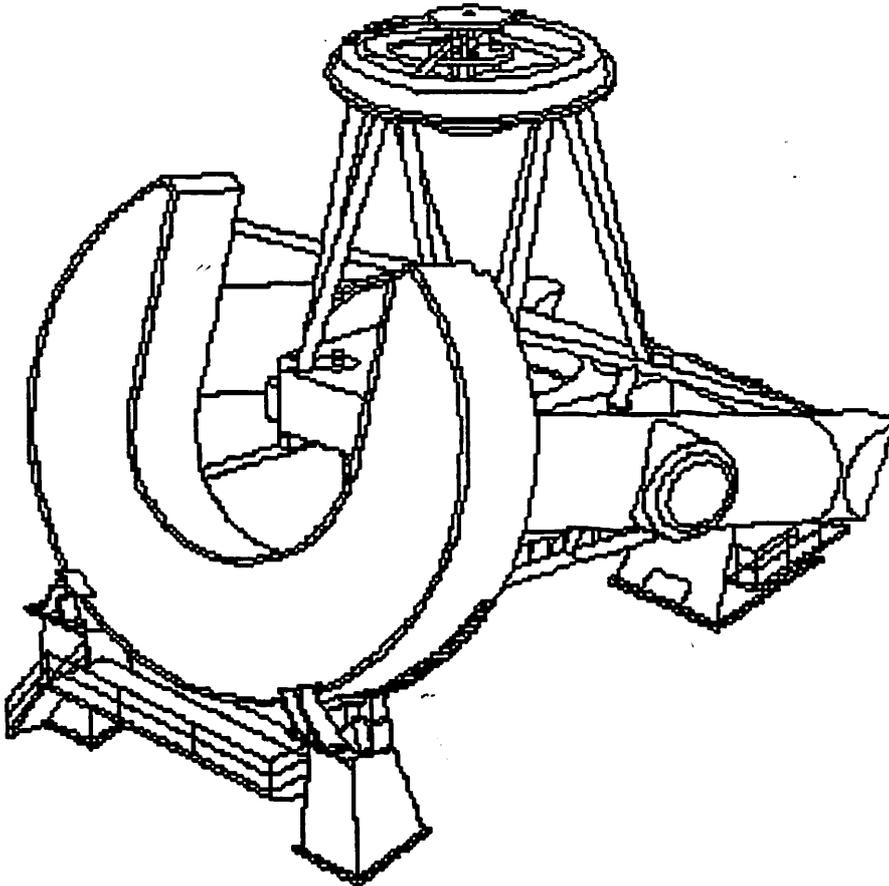
Nama	Tempat	Ukuran	Fokus	Peralatan	Detektor
2,3 m	SSO	2,3 m	f/18	asmyth A Double Beam Spectrograph = kamera DBS 23.2 cm	CCD 1752x532
				Nasmyth B Echelle spektro 30 cm	CCD 1024x1024
			f/3	Nasmyth B spektrogaf grism kamera 15 cm	CCD 1024x1024
			f/18	Nasmyth B fotometer fotoelektrik	GaAs pm
			Cass	CASPIR (pencitra/spektro IR)	InSb 128x128

c. *Teleskop Canada-Prancis-Hawaii (Canadian-French-Hawaii Telescope)*

Teleskop yang terletak di Hawaii ini adalah sebuah teleskop berdiameter 3,58 m dan dengan sistem fokus yang bisa diganti-ganti sesuai keperluan, yaitu:

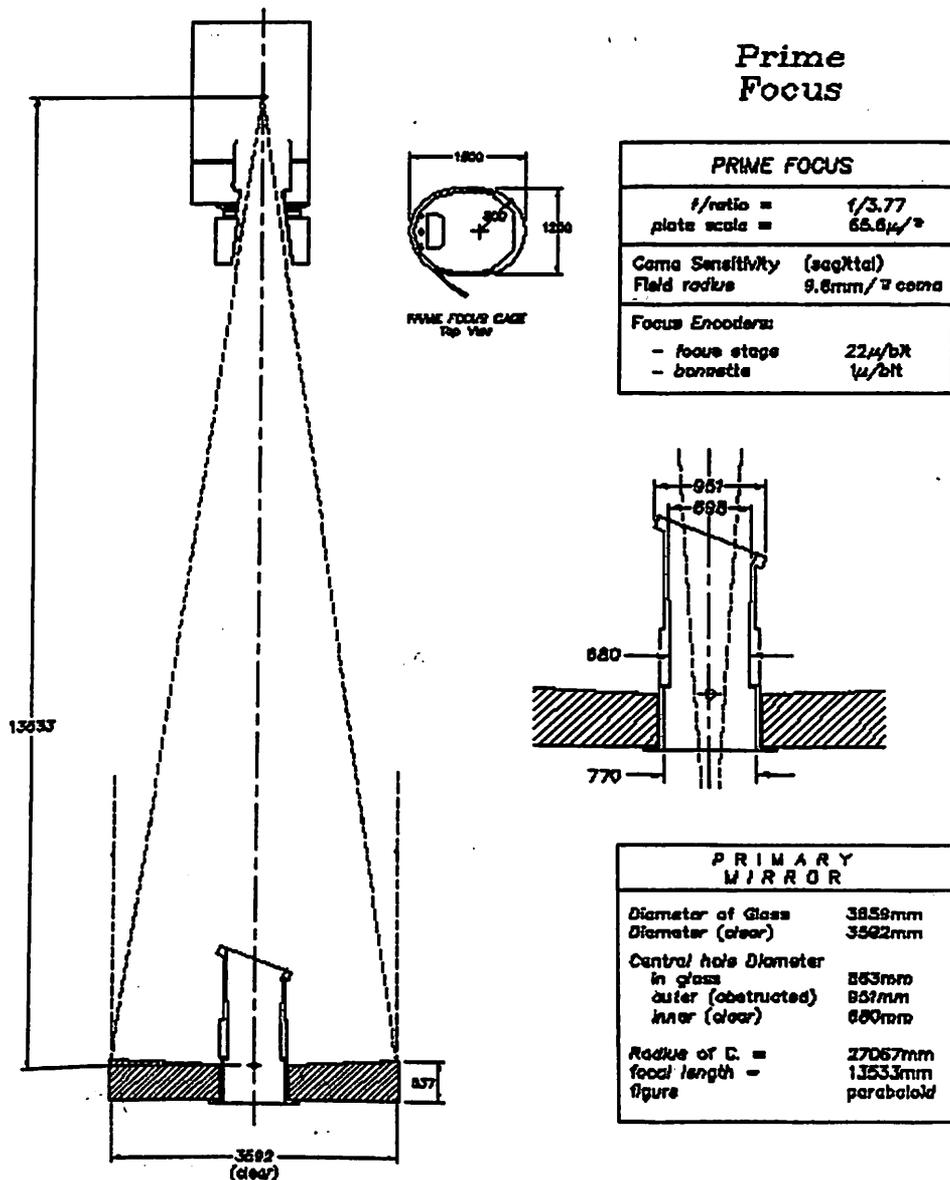
- fokus utama dan coudé,
- Cassegrain $f/8$, dan
- Cassegrain $f/35$ (dalam panjang gelombang infra merah).

Perubahan sistem fokus ini dilakukan dengan mengganti bagian-bagian tertentu dari teleskop ini.



Gambar 3.4 Teleskop Canada-French-Hawaii

Di bawah ditunjukkan sistem fokus teleskop ini



Gambar 3.5 Sistem fokus teleskop Canada-Prancis-Hawaii

4. Peralatan Pendukung Pengamatan

Di samping menjadi bagian integral dari sistem kendali teleskop seperti yang berlangsung pada teleskop 2,3 m di Mount Stromlo, komputer sangat berperan dalam mengolah dan menyimpan data. Di sini peranan komputer besar yang berkecepatan tinggi sangat besar. Ini karena sekali mengambil data menggunakan kamera CCD ukuran file yang dihasilkannya cukup besar.

Meskipun demikian, para astronom tidak perlu terlalu repot dalam mengkomunikasikan hasil-hasil pengamatan mereka ke sesama astronom karena mereka sudah memiliki

bentuk standar file citra astronom yang disebut dengan nama FITS (Flexible Image Transport System). Semua file yang diambil menggunakan kamera CCD astronomi berbentuk ini, sehingga para astronom ini tidak pernah mengalami kesulitan dalam mengkomunikasikan data yang mereka peroleh antar mereka.

5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan pengamatan pada ketiga teleskop yang disebutkan di atas, kita sudah bisa mendapatkan sedikit gambaran mengenai teleskop 2-3 m macam apa yang bisa kita gunakan di Indonesia. Di sini teknologi yang kita miliki paling tidak kita harus menyamai, atau kalau mungkin melebihi, yang mereka miliki. Kalaupun kita masih kurang maju dalam teknologi kontrol dan penyimpanan, kita masih memiliki keunggulan, yaitu kedekatan kita dengan ekuator. Kedekatan ini memberi kita kesempatan untuk melakukan pengamatan benda langit di belahan utara dan selatan secara kurang lebih seimbang.

Oleh sebab itu, peralatan teleskop yang bisa kita miliki kami usulkan adalah berupa:

- teleskop dengan sistem fokus yang bisa diganti-ganti seperti yang ada di teleskop CFHT, atau paling tidak menggunakan sistem Ritchey-Chrétien;
- kita perlu memanfaatkan kemajuan pembuatan cermin untuk teleskop berdiameter besar, misalnya bisa kita terapkan teknologi optika adaptif atau optika aktif yang sangat membantu dalam mengkompensasi turbulensi atmosfer;
- kita bisa memasukkan sistem kendali teleskop yang terintegrasi menggunakan komputer seperti yang ada di teleskop Mount Stromlo;
- lokasi sebaiknya pada daerah yang kurang memiliki polusi, baik itu cahaya maupun debu dan dengan cuaca yang cerah sepanjang tahun; mungkin kita bisa pilih daerah timur Indonesia, seperti di Timor.

Di samping itu, teleskop ini akan lebih baik dikelola oleh sebuah lembaga nasional. Ini karena sebagai sebuah sistem yang memerlukan sumber daya yang besar, baik dana maupun manusia, tidak cukup kalau dikelola oleh satu lembaga seperti LAPAN. Kita dapati bahwa tenaga yang diperlukan teleskop besar seperti ini tidak hanya terbatas pada para astronom saja, tetapi juga para ahli fisika, instrumentasi (terutama ahli optika), elektronika, dan ahli komputer.

Apabila pemerintah menyetujui pembangunan teleskop berukuran besar ini (di Kawasan Timur Indonesia), kita akan mendapatkan kesempatan besar untuk mengembangkan kawasan ini dari segi ilmu pengetahuan dasar, khususnya fisika dan astronomi. Lembaga yang ada bisa dipakai sebagai tempat penelitian perguruan-perguruan tinggi di kawasan ini, sehingga bisa memacu perkembangan sumber daya manusianya. Berdasarkan pengalaman rekan-rekan di Kawasan Barat Indonesia, interaksi dengan para peneliti dari berbagai negara akan sangat memacu perkembangan suatu bidang penelitian.

Daftar Pustaka

- Abell, G. O., Morrison D. , Wolff, S. C., 1989, *Exploration of the Universe*, Saunders College Publishing
- anonim, Rancangan Teleskop dan Manual Pengamatan di *Anglo-Australian Observatory*
- anonim, Rancangan Teleskop dan Manual Pengamatan di *Canadian-French-Hawaii Observatory*
- anonim, Rancangan Teleskop dan Manual Pengamatan di *Kitt Peak National Observatory*