

menggunakan sensor atau detektor ini.

Pada teleskop reflektor dengan ukuran besar, agar citra yang diperoleh tidak mengalami distorsi, cermin utama dipasang berupa segmen-segmen. Segmen-segmen ini perlu diatur untuk menjaga bentuk kolektor. Dalam beberapa teleskop, pergerakan segmen-segmen ini

juga diatur oleh sensor. Tidak hanya pada teleskop besar, teleskop yang terpasang pada satelit juga dipasang sensor gerakan. Contohnya pada bagian sistem stabilisasi citra yang digunakan oleh teleskop optik pengamatan Matahari di satelit Hinode, terdapat *piezo-driven devices* yang berfungsi sebagai sensor untuk mengatur pergerakan bagian cermin.

Seperti sistem teleskop robotik lainnya, sistem teleskop robotik 50 cm yang sedang dikembangkan oleh LAPAN juga menggunakan sensor untuk mendukung kinerja maupun keamanan teleskop. Sensor yang akan digunakan adalah sensor suhu dan kelembapan di dalam kubah, sensor posisi, dan sensor AAG untuk pemantauan cuaca. ■

INSTRUMENTASI

Sistem Teleskop Robotik

Sistem otonom untuk memantau langit malam

Oleh

M.D. Danarianto

Pussainsa LAPAN

Sudah hampir satu abad Observatorium Bosscha berdiri dan menjadi observatorium astronomi modern dengan fasilitas terbesar di Indonesia. Namun, seiring meningkatnya aktivitas manusia di sekitar situs observatorium, polusi cahaya kini menjadi masalah utama pengamatan astronomi di lokasi tersebut. Maka dari itu, observatorium di lokasi yang baru dibutuhkan untuk menggantikan peran Observatorium Bosscha sebagai observatorium astronomi utama di Indonesia.

Gunung Timau, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur menjadi lokasi yang dipilih dari beberapa kandidat lokasi yang ada di Indonesia. Selain karena polusi cahaya yang minim, berdasarkan studi klimatologi menggunakan data satelit, lokasi ini memiliki malam langit cerah terbanyak dalam setahun (sekitar 70%) yang menjadi salah satu pertimbangan dipilihnya Timau.

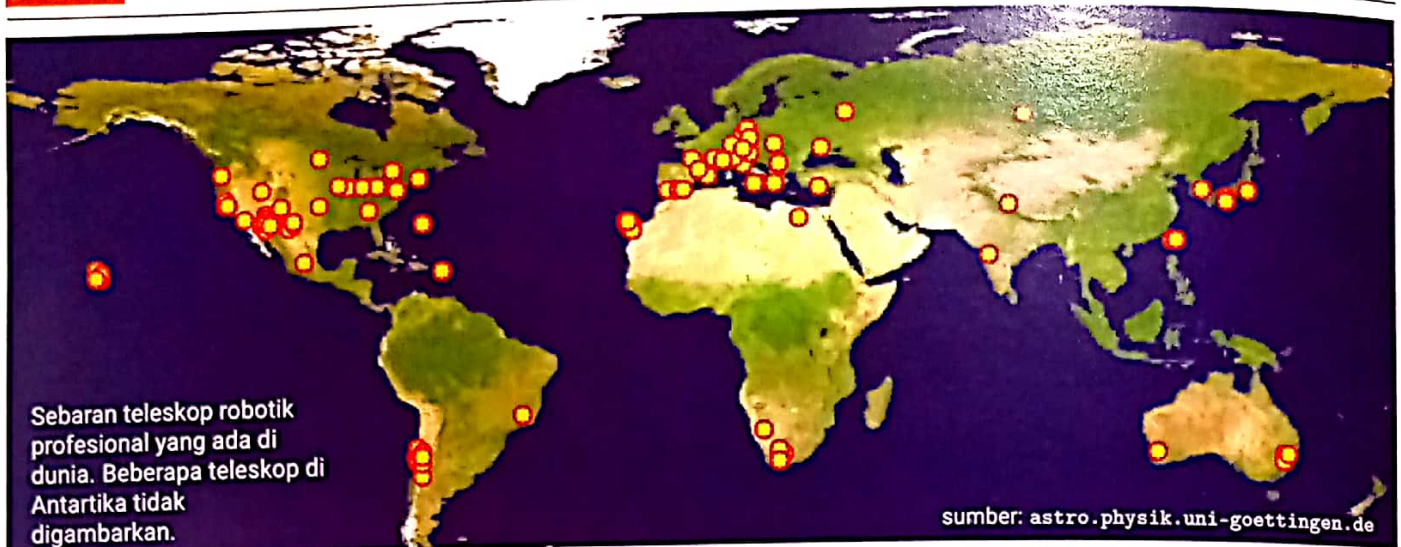
Seperti kebanyakan observatorium lain yang ada di Dunia, Observatorium Nasional Timau terletak di daerah terpencil, puncak gunung yang dingin. Lokasi yang tinggi dan terpencil dipilih untuk meminimalkan efek turbulensi atmosfer (*seeing*) yang dapat mengganggu pengamatan dan jauh dari sumber polusi cahaya. Di sisi lain, pengamatan astronomi dilakukan secara terus menerus dari malam ke malam, sehingga pengamatan dilakukan dengan campur tangan langsung manusia seminimal mungkin.

Fasilitas yang telah disiapkan untuk ditempatkan di observatorium ini yaitu oleh dua buah teleskop robotik berdiameter 50 cm untuk keperluan pengamatan survei, di samping teleskop utama berdiameter 3,8 meter. Teleskop ini dirancang untuk dapat bekerja secara otomatis tanpa dikendalikan manusia secara langsung di lokasi.

Sistem Teleskop Robotik

"Robotik" di sini merujuk pada istilah *autonomous robot*, yaitu sebuah sistem mekanik yang

dapat melaksanakan perintah dan dapat beradaptasi terhadap suatu perubahan tanpa campur tangan manusia secara langsung. Sistem robotik teleskop di sini terdiri dari beberapa sub-sistem (teleskop, kamera CCD, kubah, beserta komponen penunjang lainnya) yang dapat melakukan berbagai pengamatan dan beradaptasi terhadap perubahan (cuaca, kondisi langit, waktu, dsb) tanpa banyak campur tangan manusia secara langsung. Sistem teleskop robotik otonom umumnya terdiri dari komponen utama (teleskop, dudukan, dan detektor) dan komponen penunjang (kubah, stasiun cuaca, server, dll). Setiap komponen tersebut dikontrol secara otomatis dan bekerja terkoordinasi melalui sistem operasi pengelola observatorium. Karena efektivitas dan fleksibilitasnya, teleskop robotik banyak digunakan untuk berbagai keperluan ilmiah. Sebagai contoh, teleskop robotik paling banyak digunakan untuk pengamatan yang memerlukan respon cepat seperti tindak lanjut objek transien. Objek transien adalah objek yang muncul secara cepat



atau sesaat di langit, contohnya supernova dan ledakan sinar gamma. Pengamatan terus-menerus seperti survei/pemantauan fotometri, pencarian planet luar Tata Surya (eksoplanet), ataupun pencarian asteroid dekat Bumi juga menjadi topik ilmiah kebanyakan teleskop robotik. Selain itu, sistem teleskop robotik juga memungkinkan teleskop untuk dioperasikan oleh astronom dari jarak yang jauh. Bahkan sistem semacam ini juga memungkinkan teleskop untuk dapat bekerja terintegrasi dengan teleskop lainnya di belahan Bumi yang berbeda.

Sekarang ini, kebanyakan teleskop modern dilengkapi dengan sistem robotik yang dapat bekerja mengambil citra secara otomatis. Tetapi, kebanyakan teleskop masih membutuhkan operator manusia untuk mengendalikannya. Beberapa contoh fasilitas observatorium yang menggunakan sistem robotik otonom pada teleskopnya.

Liverpool Telescope di La Palma

Teleskop milik Universitas Liverpool John Moores ini terletak di pulau La Palma, kepulauan Canary, (Spanyol). Teleskop ini sudah beroperasi

sejak Juli 2003. Cermin utama teleskop ini berjenis Ritchey-Chrétien Cassegrain dengan diameter sebesar 2,0 m. Teleskop ini melakukan observasi pada jendela visual dan inframerah-dekat. Untuk memenuhi sasaran ilmiahnya, teleskop ini dirancang dapat bergerak cepat dan tanggap menindaklanjuti fenomena transien yang tidak dapat diprediksi melalui observasi terkoordinasi yang simultan antar teleskop landas Bumi maupun teleskop ruang angkasa. Selain itu, teleskop ini juga melakukan survei skala kecil dan monitoring objek variabel pada berbagai skala waktu.

iTelescope.org di Australia

iTelescope.Net adalah fasilitas observasi yang terletak di kawasan Observatorium Siding Spring, Australia. Fasilitas observasi terdiri dari sejumlah teleskop berukuran kecil dan sedang yang dirancang untuk dapat diakses publik melalui internet. Teleskop yang ada di sini umumnya digunakan untuk keperluan edukasi, astrofotografi, dan semi-riset oleh publik melalui antar muka internet yang dapat diakses di iTelescope.Net.



TRAPPIST di Chile dan Maroko

TRAPPIST (*TR*Ansiting Planets and Planetesimals *Small Telescope*) adalah proyek yang dikelola Universitas Liege, Belgia yang fokus pada pencarian eksoplanet dan komet di Tata Surya. Sistem ini terdiri dari 2 teleskop robotik berukuran 60 cm yang terletak di observatorium La Silla ESO di Chile dan Oukaimden Observatory di Maroko. Teleskop ini bertujuan untuk mendeteksi dan mengkarakterisasi eksoplanet dan untuk mempelajari komet dan objek kecil lain di Tata Surya kita.

Teleskop Robotik 50 cm untuk Observatorium Nasional Timau

Sistem robotik teleskop milik Observatorium Nasional Timau terdiri dari dua buah teleskop

dengan cermin utama berjenis Ritchey-Chrétien Cassegrain berdiameter 50 cm. Masing-masing tabung diletakan di dudukan ekuatorial berjenis *fork*. Kedua teleskop diletakkan di dalam kubah clam shell berdiameter 5 meter.

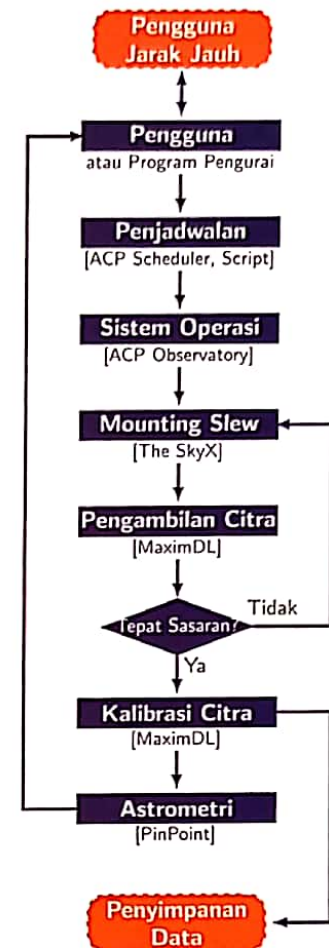
Meskipun kedua teleskop berdiameter sama, medan pandang dan resolusi masing-masing teleskop berbeda. Teleskop pertama memiliki panjang fokus 1,9 meter (nisbah fokal $F/3,8$) dengan sensor berukuran $27,65 \times 26,75$ mm ($2k \times 2k$ piksel) sehingga memiliki medan pandang $0,83^\circ \times 0,83^\circ$. Teleskop kedua memiliki panjang fokus sebesar 4 meter (nisbah fokal $F/8$) dengan sensor berukuran $36,86 \times 36,86$ mm ($4k \times 4k$ piksel) sehingga memiliki medan pandang sebesar $0,53^\circ \times 0,53^\circ$. Keduanya dilengkapi dengan filter Bessel (BVRI – *blue, visual, red, infrared*) dan LRGB (*luminosity, red, green, blue*) untuk memilih pada jendela panjang gelombang mana pengamatan dilakukan.

Selain sub-sistem teleskop, sistem robotik teleskop ini juga dilengkapi dengan stasiun cuaca dan kubah yang dapat dioperasikan secara otomatis. Stasiun cuaca bekerja dengan memantau kondisi cuaca terus menerus untuk memastikan kondisi langit yang sesuai untuk melakukan pengamatan. Stasiun cuaca juga bekerja sebagai

pemberi peringatan terhadap cuaca. Stasiun cuaca akan langsung memberi sinyal kepada kubah dan komputer pengontrol apabila cuaca mendadak memburuk. Kubah akan menutup dan observasi yang sedang berlangsung akan dihentikan.

Kemampuan sebuah teleskop robotik juga sangat bergantung pada sistem operasi pengontrol yang bertindak sebagai ‘nyawa’ dari keseluruhan sistem. Sistem operasi pengontrol observatorium berperan menentukan jadwal, mengambil keputusan mengenai keamanan cuaca, dan tentunya mengontrol setiap komponen teleskop yang ada di observatorium.

Sistem operasi pengontrol observatorium umumnya terdiri dari program induk yang menggabungkan program-program spesifik setiap perangkat. Program induk melakukan perintah terjadwal mulai dari pengambilan citra, kalibrasi, hingga astrometri secara otomatis yang memungkinkan setiap objek yang akan diamati berada tepat di tengah bingkai citra. Astronom yang ingin melakukan kegiatan observasi hanya perlu memberi perintah berupa koordinat objek, tenggat waktu, dan parameter pengamatan lainnya. Secara otomatis sistem akan menentukan waktu pengamatan yang tepat dan melakukan perintah yang dimasukkan,



Bagan alur kerja teleskop robotik yang terdiri atas beberapa proses yang dilakukan dengan beberapa piranti.

sehingga astronom hanya perlu menunggu data observasi selesai diambil.

Saat ini, perangkat dan sistem kendali kedua teleskop tersebut berada pada tahap uji coba sistem di kantor Pusat Sains Antariksa LAPAN, Bandung. Teleskop rencananya akan ditempatkan di situs Observatorium Nasional Timau tahun 2020.

INSTRUMENTASI

Teleskop Robotik 50 cm Dalam Kubah

Penempatan dua teleskop dalam satu kubah

Oleh
M.B. Saputra | Pussainsa LAPAN

Observatorium Nasional Timau sebagai

observatorium terbaru di Indonesia yang direncanakan mulai beroperasi pada 2020 mendatang akan dilengkapi dengan beberapa jenis teleskop.

Terdapat dua buah teleskop berdiameter 50 cm yang disiapkan untuk menjadi bagian pada Observatorium Nasional Timau. Kedua teleskop tersebut