

ditempatkan pada kotak plastik untuk melindungi komponen elektronik di dalamnya.

Pada dasarnya, alat ini menggunakan 3 blok proses yaitu input, process, dan output. Pada blok input, alat ini menggunakan pewaktu (konsep jam digital) dengan modul RTC (*Real Time Clock*). Pada blok process, alat ini menggunakan pengendali dengan sebuah sistem minimum ATMEGA16 yang dilengkapi dengan LCD sebagai tampilan pengendalian, dan pada blok output, alat ini menggunakan penggerak dengan sebuah motor servo. Konsep kerjanya yaitu jika tampilan LCD pada alat (penampil nilai jam pada modul RTC) menunjukkan waktu tersentu, maka dapat mengubah status pada motor servo (*on* atau *off*) serta dapat menggerakkan tudung (baik searah maupun berlawanan arah jarum jam).

Setelah desain tudung dan pengendali utama selesai dibuat, dilakukan tahap uji coba yang terdiri atas pengecekan terhadap

jalur rangkaian pengendali utama, komponen pada rangkaian pengendali utama, pembuatan sistem minimum dan konfigurasi ATMEGA16 untuk mengendalikan tudung yang menghasilkan output berupa tudung dapat bekerja sesuai dengan program yang dibuat. Sistem ini sudah diterapkan pada peralatan SQM di BPAA Sumedang sejak bulan Juli 2018.

Prinsip kerja dari tudung otomatis ini menggunakan input waktu yang telah diatur dan tertera pada LCD untuk menggerakkan tudung. Jika waktu yang tertera pada LCD berada pada rentang pukul 16.00 WIB sampai 08.00 WIB, motor servo menggerakkan tudung searah jarum jam sehingga SQM dapat melakukan pengamatan. Jika waktu yang tertera pada LCD menunjukkan pukul 08.00 – 16.00 WIB, maka motor servo akan menggerakkan tudung berlawanan arah dengan jarum jam, dan tudung akan menutup SQM sehingga sensor SQM terlindung dari cahaya matahari.



Untuk pengembangan selanjutnya, komponen motor servo perlu digantikan dengan komponen motor servo yang anti-air (*waterproof*) mengingat posisi motor servo berada di luar ruangan dan konektor motor servo dengan pengendali perlu diganti dengan konektor yang anti-air. ■

INSTRUMENTASI

Penggunaan Sensor Pada Sistem Teleskop Robotik

Membuat teleskop otonom menjadi sadar situasi dan kondisi

Oleh

F. Rohmah | Pussainsa LAPAN

Pada pengamatan astronomi, teleskop yang digunakan pada umumnya dapat digerakkan secara manual. Namun dalam perkembangannya, teleskop dapat juga digerakkan dan dikendalikan menggunakan sistem kontrol yang dapat diakses menggunakan komputer. Teleskop tersebut bisa kita sebut sebagai teleskop robotik. Teleskop jenis ini sangat

mempermudah pemakaian, terutama untuk tipe teleskop berdiameter besar. Hal ini dikarenakan teleskop dengan diameter besar memiliki massa yang besar. Selain itu, sistem robotik pada teleskop juga memungkinkan *pointing* dan *tracking*, yakni teleskop mengarah pada satu bintang atau objek langit sepanjang malam, dapat dilakukan dengan baik.

Untuk mengontrol pergerakan teleskop dan komponen pendukung lainnya dalam

mendapatkan data astronomi, sistem kontrol selalu melibatkan sensor di dalamnya. Sensor berfungsi menerima rangsangan dari lingkungan yang nantinya menjadi data variabel yang digunakan dalam sistem kontrol.

Sebuah teleskop biasanya ditempatkan di dalam sebuah kubah. Kubah berfungsi menyimpan teleskop dalam keadaan siap dipakai dan akan terbuka jika diperlukan saat melakukan pengamatan. Untuk melindungi teleskop jika terjadi

perubahan cuaca saat pengamatan, di dalam kubah biasanya dipasang sensor suhu dan kelembaban. Ketika suhu dan kelembaban mencapai batas yang telah ditentukan, kubah akan menutup untuk melindungi teleskop dan peralatan lainnya. Mekanisme ini menjamin teleskop tetap aman dari kerusakan akibat kondisi cuaca yang tidak kondusif.

Untuk mengamankan teleskop dari cuaca yang tidak mendukung pengamatan, di bagian luar kubah dipasang sensor awan. Sensor awan ini merupakan perangkat yang dapat memberi peringatan apabila terjadi perubahan kondisi awan, terdiri dari sensor suhu, sensor hujan, sensor kelembaban, dan anemometer (alat ini bersifat opsional). Sensor suhu yang terpasang adalah *thermopile* yang menerima radiasi inframerah yang digunakan untuk mengukur suhu langit dan kemudian dengan membandingkan terhadap suhu permukaan sekitar, sensor dapat memprediksi hujan. Sementara itu, anemometer dapat dipasang untuk memberi peringatan bila kecepatan angin di sekitar teleskop cukup tinggi dan dapat menyebabkan kerusakan serta gangguan pada kinerja teleskop. Rangkaian sensor awan yang biasa dipakai adalah *Boltwood Cloud Sensor* dan sensor AAG. Contoh pemakaian *Boltwood Cloud Sensor* adalah pada *Baker Robotic Autonomous Telescope* sedangkan contoh pemakaian sensor AAG adalah pada teleskop pt5m di La Plama. Untuk menanggulangi kesalahan pengambilan keputusan, perlu juga dukungan data dari stasiun cuaca lokal.

Rangkaian sensor awan yang telah dijelaskan sebelumnya termasuk dalam sistem automasi



buka dan tutup kubah yang membutuhkan sensor posisi. Fungsi sensor ini adalah untuk mengetahui seberapa besar katup kubah terbuka. Sebagian besar sensor posisi menggunakan prinsip inframerah pasif. Cara kerja sensor melibatkan dua perangkat yang berfungsi sebagai pemancar dan penerima. Pemancar inframerah akan berubah posisi terhadap penerima, lalu perubahan ini akan mengubah sinyal yang diterima oleh penerima. Dengan cara inilah posisi dapat diketahui.

Keamanan di sekitar kubah juga memerlukan bantuan sensor gerakan yang dapat dipasang pada sistem alarm. Sensor ini dipasang untuk mendeteksi penyusup. Selain sensor gerakan perlu juga dipasang kamera CCTV sebagai peralatan penunjang untuk menghindari kesalahan deteksi. Ide penggunaan sistem ini telah diaplikasikan pada *Baker Observatory Robotic Autonomous Telescope*.

Setelah kubah, komponen penting dari teleskop adalah *mounting*

yang berfungsi menggerakkan atau mengarahkan teleskop. Pergerakan teleskop bergantung pada jenis *mounting* yang digunakan. Jenis *mounting* yang biasa digunakan adalah *alt-azimuth* dan *equatorial*. Perbedaan kedua jenis *mounting* ini terletak pada sistem koordinat yang digunakan. Salah satu sensor yang terdapat pada *mounting* adalah WPS (*Wheel Position Sensor*). Sensor ini biasanya terpasang pada *mounting* teleskop berukuran besar dan akan memberikan data posisi tabung teleskop.

Selain itu, untuk menjamin keamanan teleskop, sensor suhu dan kelembaban biasanya telah tertanam di dalam *system board* pada *mounting*. Fungsi dari sensor ini adalah untuk memastikan *mounting* bekerja pada keadaan yang sesuai. Sebagai contoh, sensor ini digunakan pada *Paramount Taurus Fork Mounting*.

Bagian terpenting dari teleskop adalah kolektor. Bagian ini berfungsi untuk mengumpulkan rangsangan baik itu sinar kosmik, foton, atau gelombang dengan panjang tertentu. Kolektor biasanya berupa rangkaian optik, antena, dan detektor atau sensor pasif yang digunakan untuk mengumpulkan data.

Untuk mendapatkan citra objek langit yang diinginkan, dapat dipasang detektor kamera digital atau kamera CCD sebagai pengganti *eyepiece* atau lensa okuler dari teleskop. Di dalam kamera CCD, tidak seperti kamera digital, terdapat rangkaian fotoelektrik. Fotoelektrik adalah semikonduktor yang mampu mendeteksi foton. Cahaya yang redup dari bintang dapat ditangkap dengan baik

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