

Penentuan Konstanta Hartmann Teleskop Fotografis Zeiss 60 cm

L. M. K. Wijayanti^{1*}, M. Irfan², J. A. Utama¹, dan M. Yusuf²

¹Jurusan Pendidikan Fisika, FPMIPA – UPI, Bandung, Indonesia

²Observatorium Bosscha, FMIPA – ITB, Bandung, Indonesia

*E-Mail: mei.auralia@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian untuk mengetahui kualitas sistem optik teleskop fotografis Zeiss 60 cm di Observatorium Bosscha telah dilakukan dengan metode *Hartmann test*. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil citra bintang Antares pada berbagai skala bacaan fokus, yaitu dengan rentang 100,0 mm hingga 220,0 mm dengan menggunakan teleskop fotografis Zeiss 60 cm yang telah dipasang *Hartmann screen*. Dari penelitian ini diperoleh fokus terbaik teleskop fotografis Zeiss berada pada skala bacaan fokus $158,2 \pm 1,90$ mm. Nilai konstanta Hartmann sebuah teleskop yang memiliki kualitas optik baik adalah kurang dari 0,5. Dari hasil penelitian diperoleh konstanta Hartmann sebesar 0,37. Berdasarkan hasil penelitian ini teleskop fotografis Zeiss memiliki kualitas sistem optik yang baik.

Kata kunci : *Hartmann Test – Hartmann Screen – Konstanta Hartmann*

1 PENDAHULUAN

Teleskop Ganda Zeiss 60 cm merupakan teleskop terbesar dan tertua di Observatorium Bosscha. Teleskop ini merupakan jenis refraktor (menggunakan lensa sebagai pengumpul), terdiri dari 2 teleskop utama dan 1 teleskop pencari (finder). Diameter teleskop utama adalah 60 cm dengan panjang fokus hampir 11 m, dan teleskop pencari berdiameter 40 cm. Medan pandang teleskop pencari adalah $1,5^\circ$ atau sekitar 3 kali diameter citra Bulan purnama. Medan pandang langit yang luas ini memudahkan untuk mengidentifikasi objek langit berupa titik cahaya seperti bintang yang hendak diamati.

Dua buah teleskop utama teleskop ganda Zeiss ini peka pada panjang gelombang berbeda. Teleskop ini terdiri dari sebuah refraktor visual dan sebuah refraktor fotografis. Refraktor visual merupakan teleskop yang sensitif pada panjang gelombang warna hijau (sekitar $5,500 \times 10^{-7}$ m), sedangkan refraktor fotografis merupakan teleskop yang peka pada panjang gelombang warna biru (sekitar $4,500 \times 10^{-7}$ m). Salah satu kelemahan teleskop refraktor adalah tidak dapat dipisahkan dari aberasi kromatis, karena variasi indeks bias lensa untuk panjang gelombang yang berbeda. Panjang fokus sebuah lensa bergantung pada indeks biasnya, sehingga panjang fokus akan berbeda untuk panjang gelombang yang berbeda.

Aberasi kromatis pada teleskop Zeiss telah dikurangi dengan menggunakan dua buah lensa yang terbuat dari bahan *crown glass* dan *flint glass* yang dipasang secara permanen dengan menggunakan pengait khusus untuk mencegah pergeseran letak keduanya jika dibersihkan. Kedua buah lensa ini terpisah sejauh 16,5 cm. Meskipun demikian, masih terdapat aberasi kromatis pada panjang gelombang tertentu karena aberasi kedua bahan ini hanya mampu memfokuskan panjang gelombang tertentu saja.

Sebuah eksperimen dilakukan pada tahun 1904 oleh J. Hartmann yang diberi nama *Hartmann test* dengan menggunakan refraktor Potsdam, di Belanda, yang memiliki diameter 80 cm dengan tujuan memperoleh sebuah besaran yang menyatakan kualitas optik secara kuantitatif.

Hartmann test dilakukan menggunakan *Hartmann screen/Hartmann plate* yang dipasangkan di muka lensa objektif dan mengambil citra pada posisi di dalam fokus (*in-focus*) dan posisi di luar fokus (*out-focus*). Koordinat dari setiap titik pada masing-masing detektor akan digunakan untuk mensimulasikan jalur cahaya (*ray trace*) pada sistem teleskop, untuk selanjutnya dapat digunakan untuk menentukan fokus terbaik sistem optik teleskop.

Sebuah detektor untuk memperoleh citra ditempatkan di posisi *in-focus* dan *out-focus* dengan asumsi cahaya akan melewati bidang meridian. Bidang meridian merupakan bidang khayal yang

membentang dari kutub ke kutub dan melalui zenit pengamat/teleskop.

Konstanta Hartmann merupakan besaran yang menyatakan kemampuan lensa objektif sebuah teleskop untuk memfokuskan berkas cahaya di satu titik fokus. Konstanta Hartmann (T) didefinisikan sebagai diameter rata-rata terbobot terkecil dari kerucut cahaya yang dihasilkan oleh Hartmann test. Nilai d (*circle of least confusion*) ini yang nantinya digunakan dalam menentukan kualitas sistem optik melalui persamaan (Wilson, 1999):

$$T = \frac{2 \times 100000 \sum y |s'_y - s'_m|}{f^2 \sum y},$$

$$T = \frac{100000 \sum y \cdot d}{f \sum y}, \tag{1}$$

dengan $d = 2y \left| \frac{s'_y - s'_m}{f} \right|$ (2)

Dalam persamaan di atas, T menyatakan konstanta Hartmann, y setengah diameter bukaan (mm), d sebagai diameter *circle of least confusion* (mm), dan f fokus teleskop (mm).

Sistem optik teleskop yang baik memiliki konstanta Hartmann lebih kecil daripada 0,5 (Fox, 1908). Pada dasarnya, semakin kecil nilai T maka akan semakin baik sistem optik yang diuji. Jika nilai T semakin kecil, besar diameter *circle of least confusion* pada fokus terbaiknya semakin kecil, artinya lensa objektif teleskop yang diuji mampu memfokuskan cahaya yang memiliki panjang gelombang berbeda di satu titik fokus. Begitu juga cahaya yang datangnya tidak sejajar sumbu utama dan jauh dari sumbu utama juga mampu difokuskan pada titik fokus yang sama atau berdekatan.

2 METODE

2.1 Instrumen

Hartmann test yang dilakukan pada teleskop fotografis Zeiss 60 cm menggunakan Hartmann screen dari bahan tripleks dengan jarak antarlubang 40 mm dan diameter lubang 40 mm. Instrumen lain yang digunakan CCD ST8-XME, filter Bessel B, dan komputer. Bintang program yang digunakan adalah bintang Antares, salah satu bintang terang di langit malam pada saat memiliki jarak zenit yang kecil. Hal ini dimaksudkan agar cahaya yang datang

dari bintang tersebut sejajar dengan sumbu utama lensa objektif teleskop.

3 HASIL

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak IRAF untuk mengetahui Xcenter dan Ycenter masing-masing spot citra yang diperoleh. Sebelumnya dilakukan reduksi sebagaimana biasa dilakukan terhadap citra yang dipilih, yaitu citra dengan kriteria merupakan titik dan tidak menampakkan ketidakteraturan yang terjadi akibat kesalahan tracking dan gerakan teleskop akibat gangguan lain. Jika pada penentuan titik pusat spot biasanya digunakan fungsi Gaussian, pada pengolahan data ini digunakan centroid atau pusat berat. Artinya, mencari pusat kesetimbangan sebaran intensitas setiap piksel di masing-masing spot.

Setelah mendapatkan koordinat Xcenter dan Ycenter (data yang digunakan adalah citra bintang Antares pada skala bacaan fokus 220,0 mm dan 100,0 mm), selanjutnya dilakukan perhitungan jarak antara pasangan spot yang terekam oleh detektor dan menghitung pada skala bacaan berapa fokus terbaik teleskop tersebut berada. Dilanjutkan dengan menghitung besar circle of least confusion yang terbentuk di titik fokus terbaik dan menghitung besar konstanta Hartmann teleskop tersebut.

Pengolahan data memberikan nilai fokus pada skala bacaan $158,2 \pm 1,90$ mm. Sementara konstanta Hartmann yang ditentukan melalui Persamaan (1) menghasilkan nilai 0,38. Apabila hasil ini dibandingkan dengan nilai T berdasarkan literatur, maka hasil di atas menunjukkan kualitas sistem optik yang termasuk dalam kategori baik.

4 KESIMPULAN

Menggunakan Hartmann test fokus terbaik teleskop fotografis Zeiss 60 cm diperoleh pada skala bacaan $158,2 \pm 1,90$ mm dengan konstanta Hartmann sebesar 0,37 yang mengindikasikan kualitas sistem optik dalam katagori baik.

PUSTAKA

Fox, P. 1908, *ApJ*, 27, 237-235
 Wilson, R. N. 1999, *Reflecting Telescope Optics II*, Springer, New York