



**SOLUSI SOAL  
OLIMPIADE SAINS NASIONAL  
TAHUN 2016**



**ASTRONOMI  
RONDE ANALISIS DATA**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN MENENGAH  
DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH ATAS  
TAHUN 2016**



# KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

## DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN MENENGAH

### DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH ATAS

## SOLUSI ANALISIS DATA

### Soal 1: 588 Achilles

#### Nomor 1 dan 2.

Untuk soal no. 1, bubuhkan tanda cek (✓) pada kolom 'Cek'. Untuk soal no. 2, isikan hasil perhitunganmu pada kolom ' $V_{red}$ '.

$JD - 2450000$	$V$	$\sigma_V$	$\phi$	$d$	Cek	$V_{red}$
4295,829	15,889	0,005	5,266	5,143	✓	8,753
4309,728	15,620	0,023	2,826	5,026		8,534
4315,723	15,610	0,011	1,691	4,996		8,537
4316,730	15,560	0,005	1,497	4,991	✓	8,489
4319,730	15,549	0,004	0,916	4,980	✓	8,483
4320,554	15,551	0,005	0,756	4,977	✓	8,486
4320,848	15,543	0,007	0,699	4,977	✓	8,478
4322,844	15,548	0,011	0,315	4,973		8,485
4323,672	15,548	0,041	0,165	4,970		8,486
4325,669	15,541	0,007	0,264	4,968	✓	8,480
4325,832	15,547	0,010	0,295	4,968	✓	8,486
4326,527	15,530	0,006	0,427	4,968	✓	8,469
4326,800	15,513	0,009	0,480	4,968	✓	8,452
4327,794	15,626	0,019	0,672	4,968		8,565
4329,540	15,536	0,005	1,012	4,966	✓	8,476
4329,812	15,546	0,007	1,065	4,966	✓	8,486
4330,561	15,533	0,005	1,210	4,968	✓	8,472

**Nomor 1 dan 2 (lanjutan).**

Untuk soal no. 1, bubuhkan tanda cek (✓) pada kolom 'Cek'. Untuk soal no. 2, isikan hasil perhitunganmu pada kolom ' $V_{red}$ '.

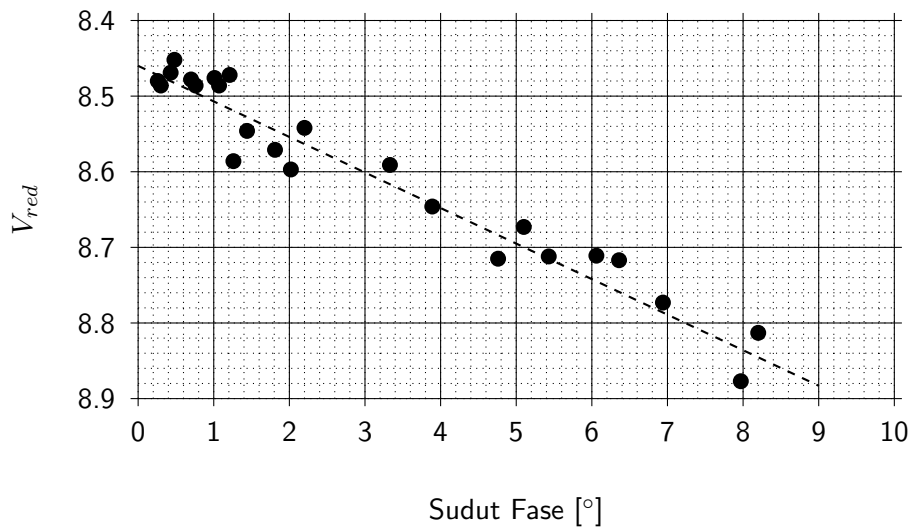
$JD - 2450000$	$V$	$\sigma_V$	$\phi$	$d$	Cek	$V_{red}$
4330,806	15,647	0,006	1,258	4,968	✓	8,586
4331,767	15,607	0,006	1,444	4,968	✓	8,546
4332,772	15,615	0,018	1,639	4,968		8,554
4332,839	15,536	0,037	1,652	4,968		8,475
4333,670	15,633	0,004	1,812	4,970	✓	8,571
4334,727	15,660	0,006	2,016	4,973	✓	8,597
4335,706	15,606	0,006	2,203	4,975	✓	8,542
4336,648	15,562	0,011	2,383	4,977		8,497
4340,707	15,780	0,049	3,146	4,989		8,710
4341,708	15,663	0,009	3,332	4,993	✓	8,591
4342,749	15,805	0,012	3,523	4,998		8,731
4344,746	15,724	0,006	3,885	5,007	✓	8,646
4346,701	15,685	0,027	4,234	5,016		8,603
4349,700	15,805	0,005	4,757	5,035	✓	8,715
4351,732	15,768	0,005	5,102	5,047	✓	8,673
4353,732	15,814	0,009	5,433	5,063	✓	8,712
4355,758	15,866	0,043	5,760	5,077		8,758
4357,687	15,826	0,005	6,062	5,093	✓	8,711
4359,659	15,840	0,008	6,362	5,112	✓	8,717
4363,654	15,912	0,007	6,941	5,150	✓	8,773
4371,632	16,051	0,006	7,969	5,234	✓	8,877
4373,655	15,997	0,005	8,202	5,258	✓	8,813

**Jumlah data yang memenuhi kriteria adalah [27]**

**Nilai 10.** Untuk soal no.1, satu kesalahan bernilai -1. Bila benar, siswa mendapat nilai penuh.

**Nilai 20.** Untuk soal no. 2, setiap angka/hasil perhitungan benar bernilai 1. Nilai maksimum 20 poin.

**Nomor 3 dan 4.**



**Nilai 20.** Untuk no. 3, nilai 5 untuk menuliskan angka/skala pada sumbu mendatar dan tegak. Angka magnitudo membesar ke atas dianggap benar. Nilai 1 untuk setiap titik yang diplot dengan benar. Nilai maksimal 20.

**Nilai 10.** Untuk no. 4, nilai 10 untuk garis regresi yang digambar dengan baik (sesuai tren).

**Nomor 5.**

**Nilai 10.** Persamaan garis regresi adalah

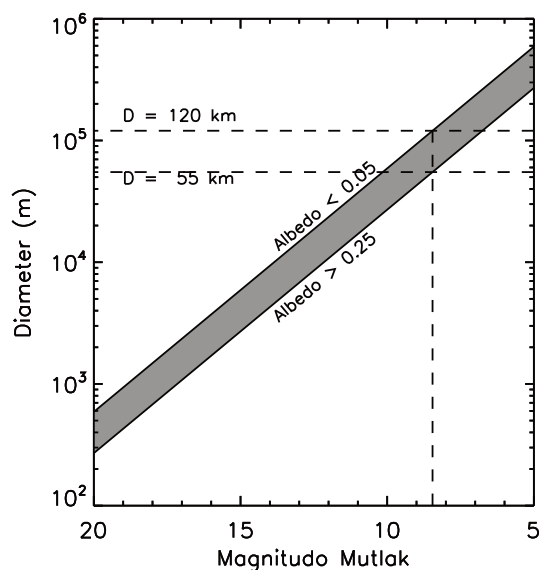
$$y = 8,46 + 0,047x \quad \text{atau} \quad V_{red} = 8,46 + 0,047\phi$$

Batas toleransinya adalah 8,44 – 8,47 dan 0,4 – 0,6.

**Nomor 6.**

**Nilai 10.** Magnitudo mutlak asteroid adalah  $H = 8,46$  (batas toleransi 8,44 – 8,47).

**Nomor 7.**



**Nilai 20.** Hubungan antara magnitudo mutlak dan diameter adalah

$$\log D_{min} = 6,4314 - 0,2H$$

dan

$$D_{max} = 2,1852D_{min}.$$

Dengan demikian, bila  $H = 8,46$  akan diperoleh  $D_{min} \approx 55 \text{ km}$  dan  $D_{max} \approx 120 \text{ km}$ . Toleransi perhitungan 10 km.



# KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

## DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN MENENGAH

### DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH ATAS

## SOLUSI ANALISIS DATA

### Soal 2: Kecepatan Korona

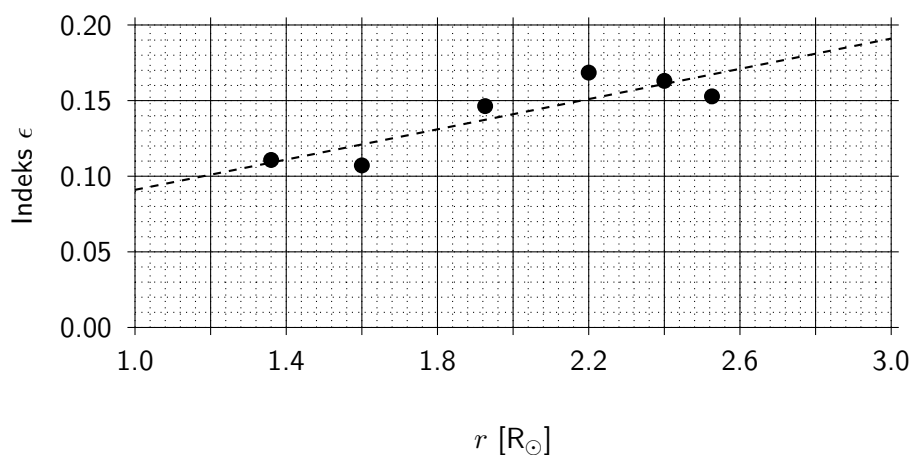
#### Nomor 1 dan 2.

No.	Diameter Arah Ekuatorial			Diameter Arah Polar			Rad	Indeks
	$d_0$	$d_1$	$d_2$	$D_0$	$D_1$	$D_2$	$r$	$\epsilon$
1	2,72	2,77	2,62	2,35	2,45	2,65	1,360	0,089
2	3,20	3,20	3,10	2,80	2,90	3,05	1,600	0,086
3	3,85	3,80	3,80	3,35	3,40	3,50	1,925	0,117
4	4,40	4,35	4,30	3,80	3,85	3,85	2,200	0,135
5	4,80	4,75	4,75	4,20	4,20	4,25	2,400	0,130
6	5,05	5,10	5,00	4,50	4,50	4,50	2,525	0,122

**Nilai 30.** Untuk soal no. 1, perhatikan orde hasil pengukuran. Setiap angka benar bernilai 1.

**Nilai 15.** Untuk soal no. 2, perhatikan orde hasil pengukuran. Setiap angka benar bernilai 2,5

#### Nomor 3 dan 4.



**Nilai 15.** Aspek penilaian ada pada angka/skala sumbu mendatar dan tegak serta letak titik.

**Nilai 15.** Nilai 10 untuk gambar garis regresi yang sesuai tren.

#### Nomor 5.

**Nilai 15.** Berdasarkan garis regresi, didapatkan bahwa indeks  $\epsilon$  pada  $r = 2$  adalah 0,14. Batas toleransi 0,12 – 0,16.

#### Nomor 6.

**Nilai 10.** Dengan memasukkan nilai  $\epsilon$ , diperoleh  $W_{max} = 62$ . Batas toleransi 62 – 72.



# KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

## DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN MENENGAH

### DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH ATAS

## SOLUSI ANALISIS DATA

### Soal 3: Microquasar GRS 1915+105

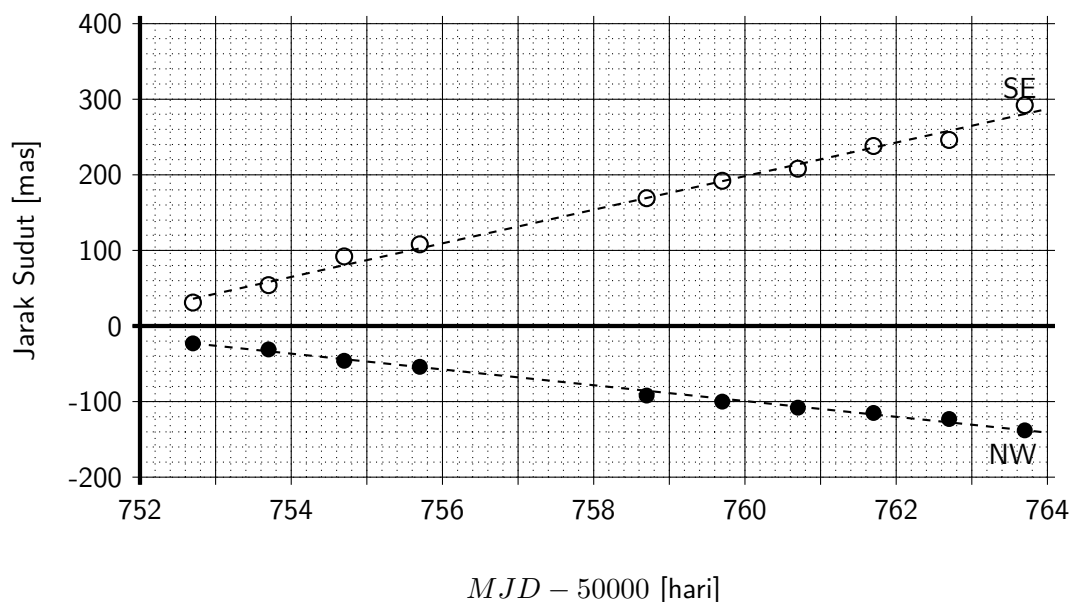
#### Nomor 1.

No	$MJD - 50000$	Jarak Sudut [mas]	
		SE	NW
1.	752,7	-23	31
2.	753,7	-31	54
3.	754,7	-46	92
4.	755,7	-54	108
5.	758,7	-92	169

No	$MJD - 50000$	Jarak Sudut [mas]	
		SE	NW
6.	759,7	-100	192
7.	760,7	-108	208
8.	761,7	-115	238
9.	762,7	-123	246
10.	763,7	-138	292

Nilai 20. Nilai 1 untuk setiap pengukuran yang benar. Toleransi 10 mas.

#### Nomor 2.



Nilai 15. Aspek penilaian ada pada angka/skala sumbu mendatar dan tegak serta letak titik.

**Nomor 3.**

**Nilai 10.** Setiap hasil perhitungan yang benar bernilai 5. Toleransi 0,5 mas/hari. Bila tidak menyertakan satuan, nilai total dikurangi 2.

Kecepatan sudut objek SE dan NW adalah

$$\omega_{SE} = \frac{\Delta\theta_{SE}}{\Delta T} = 22,215 \text{ mas/hari} \quad \text{dan} \quad \omega_{NW} = \frac{\Delta\theta_{NW}}{\Delta T} = 10,399 \text{ mas/hari}$$

**Nomor 4. Nilai 10.**

**Cara 1.** Prosesnya adalah dengan mengubah kecepatan sudut dalam mas/hari menjadi kecepatan tangensial dalam sa/hari.

$$v_t = \frac{\omega \text{ ["/hari]}}{206265} \times R = \omega \text{ [mas/hari]} \times d[\text{kpc}]$$

Dengan cara ini, diperoleh

$$v_{SE} = 248,81 \text{ sa/hari} = 1,44c$$

dan

$$v_{NW} = 116,47 \text{ sa/hari} = 0,67c$$

.

**Cara 2.** Kecepatan sudut objek dapat dinyatakan dalam detik-busur/tahun sehingga didapatkan  $\omega_{SE} = 8,108 \text{ "/tahun}$  dan  $\omega_{NW} = 3,796 \text{ "/tahun}$ .

Selanjutnya, kecepatan tangensial dapat dihitung dengan persamaan

$$v_t = 4,74\mu R$$

dengan  $R = 11200 \text{ pc}$  menyatakan jarak objek dari Matahari. Hasilnya adalah

$$v_{SE} = 4,30 \times 10^5 \text{ km/s} = 1,43c$$

dan

$$v_{NW} = 2,02 \times 10^5 \text{ km/s} = 0,67c$$

Kecepatan tangensial objek SE melebihi kecepatan cahaya dan menyalahi teori relativitas khusus.

**Nomor 5. Nilai 10.**

Nilai yang digunakan dalam perhitungan adalah  $c = 3 \times 10^5 \text{ km/s}$ ,  $\beta = 0,9$ ,  $\phi = 60^\circ$ , dan  $R = 11,2 \text{ kpc} = 3,465 \times 10^{17} \text{ km}$ .

**Cara 1.** Kecepatan sudut superluminal adalah

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{c\beta \sin \phi}{R(1 - \beta \cos \phi)} \\ &= \frac{(3 \times 10^5)(0,9)(0,866)}{(3,465 \times 10^{17})(1 - 0,45)} \\ &= 1,227 \times 10^{-12} \text{ rad/s} \\ &= 21,864 \text{ mas/hari} \end{aligned}$$

Kecepatan sudut ini dapat diubah menjadi kecepatan tangensial yang teramati oleh pengamat sebesar  $v_t = \omega \times R = 1,417c$

**Cara 2.** Kecepatan tangensial yang teramati adalah

$$\begin{aligned} v_t &= \omega R \\ \frac{v_t}{c} &= \frac{\beta \sin \phi}{1 - \beta \cos \phi} \\ &= \frac{(0,9)(0,866)}{1 - 0,45} \\ &= 1,417 \end{aligned}$$

Diperoleh nilai kecepatan tangensial yang sama, yakni  $v_t = 1,417c$ .

Meski bergerak dengan kecepatan  $v < c$ , objek superluminal tampak bergerak dengan kecepatan melebihi kecepatan cahaya.

**Nomor 6. Nilai 20.**

Objek SE bergerak dengan kecepatan sudut  $\omega_1$  dan  $\phi_1 = \phi$  sedangkan objek NW bergerak dengan kecepatan sudut  $\omega_2$  dan  $\phi_2 = 180^\circ - \phi$ . Dengan demikian,

$$\omega_1 = \frac{c\beta \sin \phi}{R(1 - \beta \cos \phi)} \quad \text{dan} \quad \omega_2 = \frac{c\beta \sin \phi}{R(1 + \beta \cos \phi)} \quad (1)$$

atau

$$1 - \beta \cos \phi = \frac{c\beta \sin \phi}{\omega_1 R} \quad \text{dan} \quad 1 + \beta \cos \phi = \frac{c\beta \sin \phi}{\omega_2 R} \quad (2)$$

Untuk mendapatkan ekspresi  $\tan \phi$ , hubungan 2 dikurangkan satu sama lain.

$$\begin{aligned} 2\beta \cos \phi &= \frac{c\beta \sin \phi}{R} \left( \frac{1}{\omega_1} - \frac{1}{\omega_2} \right) \\ 2 \cos \phi &= \frac{c \sin \phi}{R} \left( \frac{\omega_1 - \omega_2}{\omega_1 \omega_2} \right) \\ \tan \phi &= \frac{2R}{c} \frac{\omega_1 \omega_2}{\omega_1 - \omega_2} \quad \dots \text{terbukti} \end{aligned}$$

Sementara untuk  $\beta$ , gunakan hubungan 1.

$$\begin{aligned} \frac{\omega_1}{\omega_2} &= \frac{1 + \beta \cos \phi}{1 - \beta \cos \phi} \\ \omega_1 - \omega_1 \beta \cos \phi &= \omega_2 + \omega_2 \beta \cos \phi \\ (\omega_1 + \omega_2) \beta \cos \phi &= \omega_1 - \omega_2 \\ \beta &= \frac{1}{\cos \phi} \frac{\omega_1 - \omega_2}{\omega_1 + \omega_2} \quad \dots \text{terbukti} \end{aligned}$$

**Nomor 7. Nilai 15.**

Untuk kasus GRS 1915+105, diperoleh  $\phi = 68,5^\circ$  dan  $\beta = 0,987$ .