



**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 (\checkmark) pada kolom 'Cek'. Untuk soal no. 2, isikan hasil perhitunganmu pada kolom ' V_{red} '.

$JD - 2450000$	V	σ_V	ϕ	d	Cek	V_{red}
4295,829	15,889	0,005	5,266	5,143	\checkmark	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	\checkmark	8,489
4319,730	15,549	0,004	0,916	4,980	\checkmark	8,483
4320,554	15,551	0,005	0,756	4,977	\checkmark	8,486
4320,848	15,543	0,007	0,699	4,977	\checkmark	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	\checkmark	8,480
4325,832	15,547	0,010	0,295	4,968	\checkmark	8,486
4326,527	15,530	0,006	0,427	4,968	\checkmark	8,469
4326,800	15,513	0,009	0,480	4,968	\checkmark	8,452
4327,794	15,626	0,019	0,672	4,968		8,565
4329,540	15,536	0,005	1,012	4,966	\checkmark	8,476
4329,812	15,546	0,007	1,065	4,966	\checkmark	8,486
4330,561	15,533	0,005	1,210	4,968	\checkmark	8,472

Nomor 1 dan 2 (lanjutan).

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

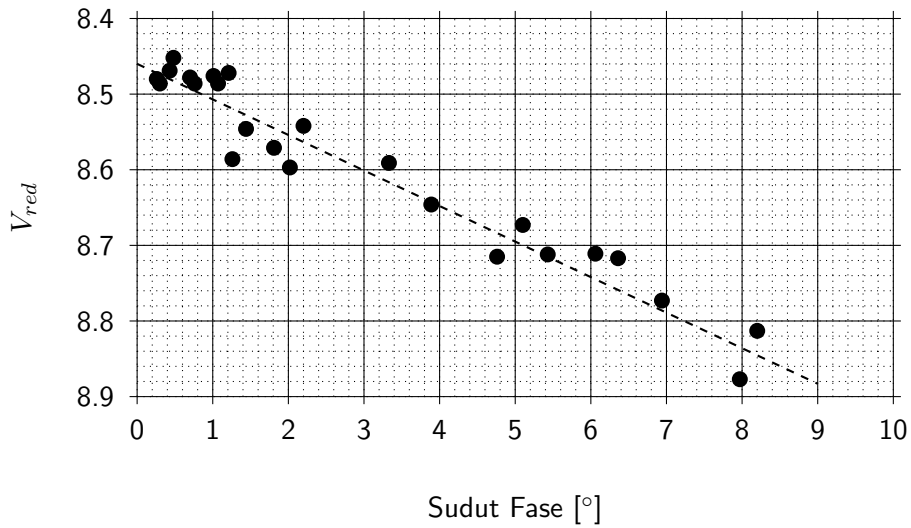
$JD - 2450000$	V	σ_V	ϕ	d	Cek	V_{red}
4330,806	15,647	0,006	1,258	4,968	\checkmark	8,586
4331,767	15,607	0,006	1,444	4,968	\checkmark	8,546
4332,772	15,615	0,018	1,639	4,968		8,554
4332,839	15,536	0,037	1,652	4,968		8,475
4333,670	15,633	0,004	1,812	4,970	\checkmark	8,571
4334,727	15,660	0,006	2,016	4,973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

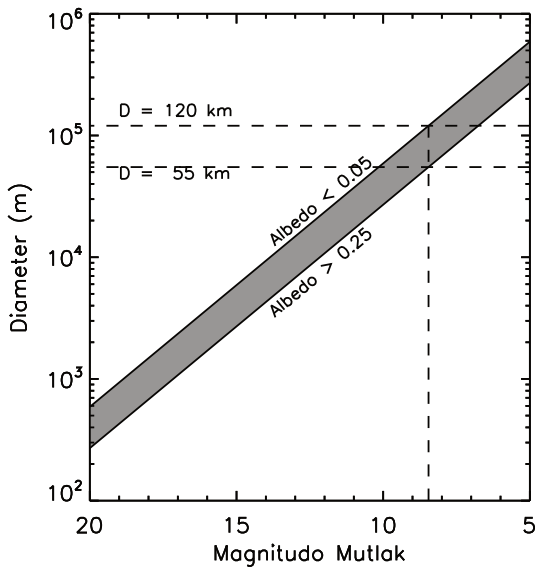
$$y = 8,46 + 0,047x \quad \text{atau} \quad V_{red} = 8,46 + 0,047\phi$$

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 $D_{min} \approx 55$ km dan $D_{max} \approx 120$ 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

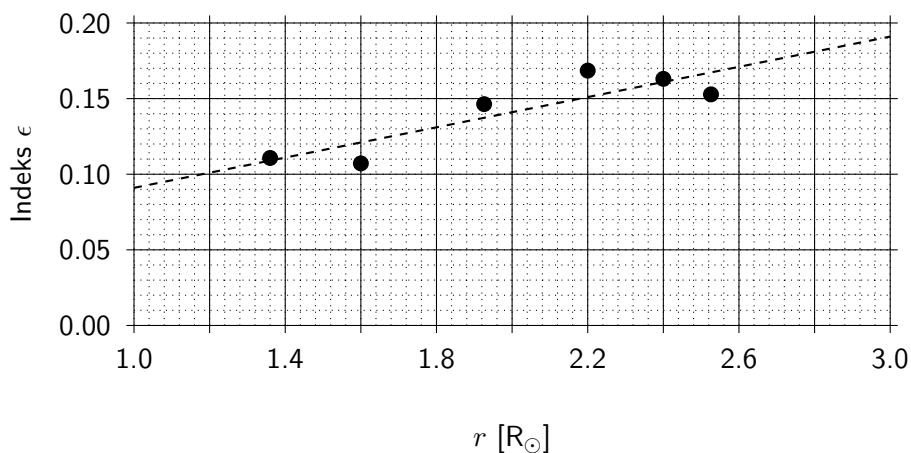
Nomor 1 dan 2.

No.	Diameter Arah Ekuatorial			Diameter Arah Polar			Rad	Indeks
	d_0	d_1	d_2	D_0	D_1	D_2	r	ϵ
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 ϵ pada $r = 2$ adalah 0,14. Batas toleransi 0,12 – 0,16.

Nomor 6.

Nilai 10. Dengan memasukkan nilai ϵ , 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

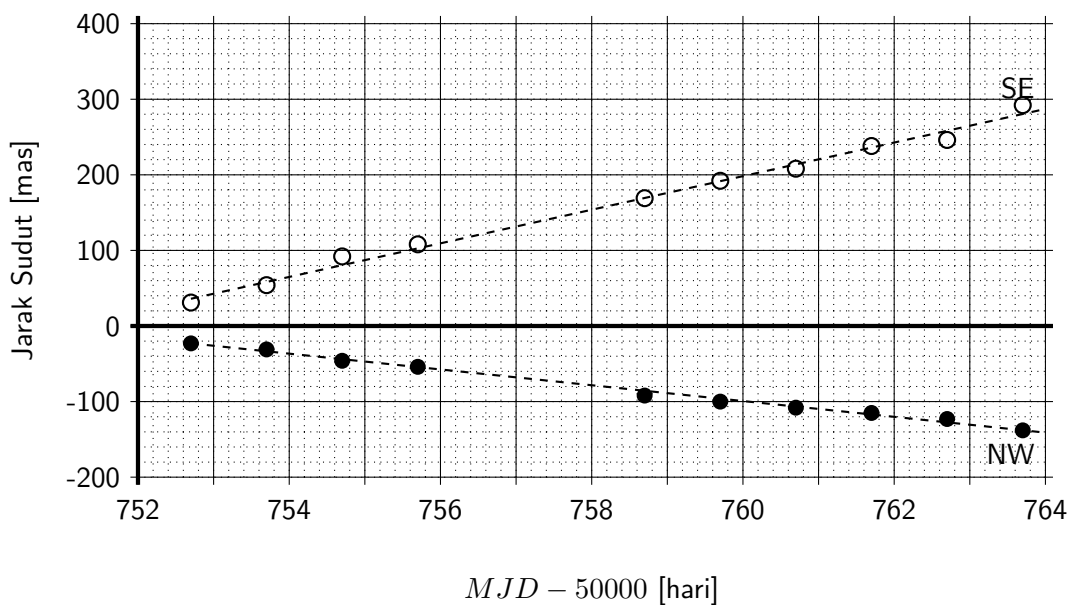
Nomor 1.

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 ω_1 dan $\phi_1 = \phi$ sedangkan objek NW bergerak dengan kecepatan sudut ω_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 β , 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 $\beta = 0,987$.