

Pengamatan Okultasi di Observatorium Bosscha¹

Agus Triono P. J.

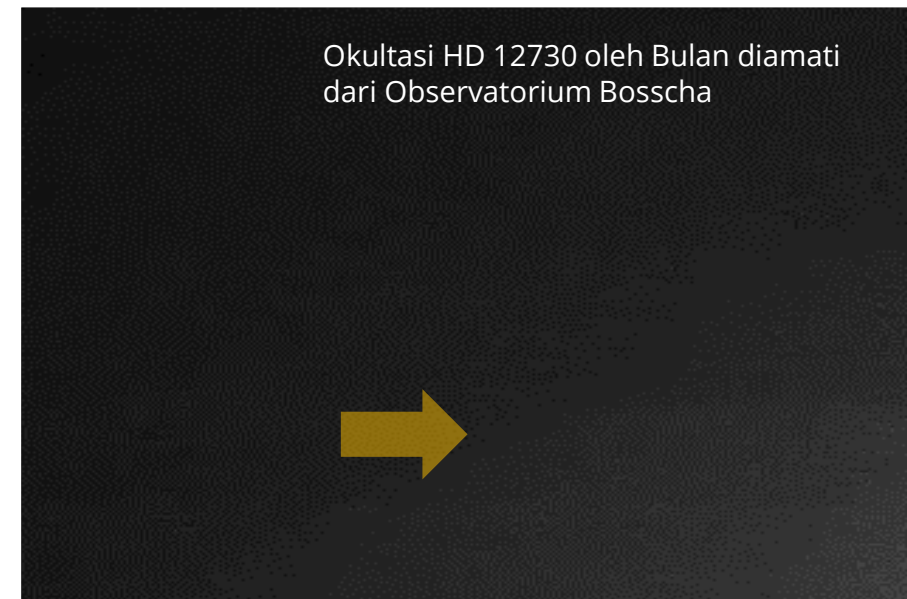
¹Project **BEACON** (Bosscha **E**clipse **A**nd **O**ccultation Observati**ON**)

Sekilas Okultasi

- Obyek \emptyset sudut kecil ditutupi obyek \emptyset sudut besar
- Obyek penutup: obyek Tata Surya e.g. Bulan, Planet, Benda Kecil
- *Fast photometry* → kurva cahaya

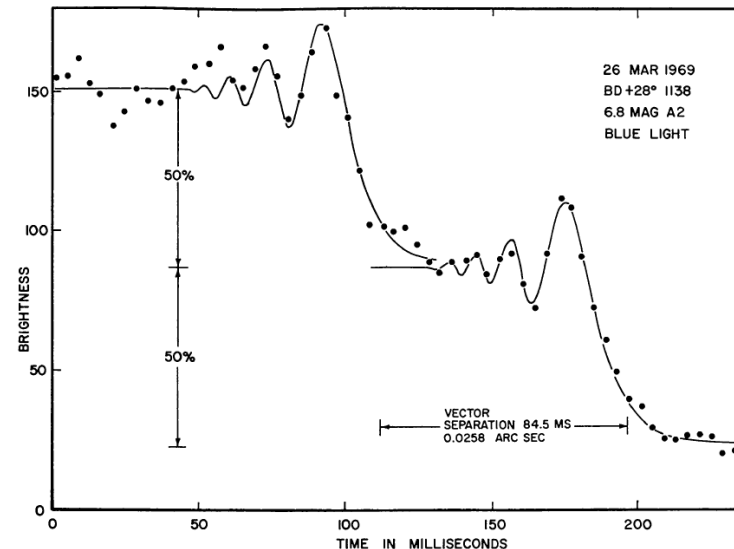
PROS	CONS
Resolusi sampai milidetikbusur (mas)	<i>Fixed time event</i>
Tangguh terhadap polusi cahaya	<i>Informasi 1D: projected separation</i> Pengamatan simultan dianjurkan untuk mendapat <i>true separation</i> .
Pemberdayaan teleskop kecil ($\emptyset \geq 7\text{cm}$) → Resolusi tidak berhubungan langsung dengan diameter teleskop	
Penggunaan waktu teleskop (<i>telescope time</i>) yang efektif	

[1] https://www.planetary.org/space-images/20140209_occultation-eris-20101106-arrow

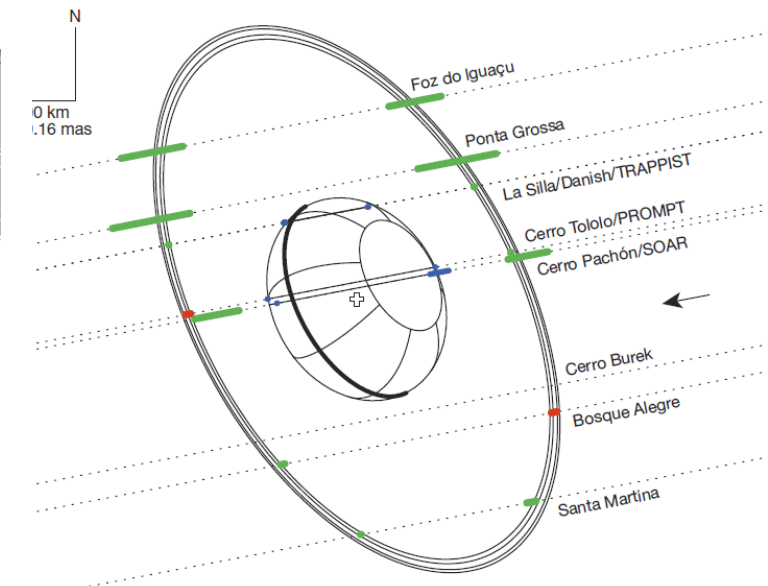


Aktivitas Pengamatan Okultasi di Observatorium Bosscha

1. Persiapan sistem pengamatan
 - Memastikan *timing* dan *time stamping* yang akurat
 - GPS, NTP → karakterisasi akurasi
 - *Acquisition delay, drop frames*
2. Pengamatan rutin
 - Latihan, membangun basis data
 - Tujuan saintifik:
 - a) *Binarity/multiplicity*
 - b) *Asteroid morphology*
 - c) *Angular diameter*



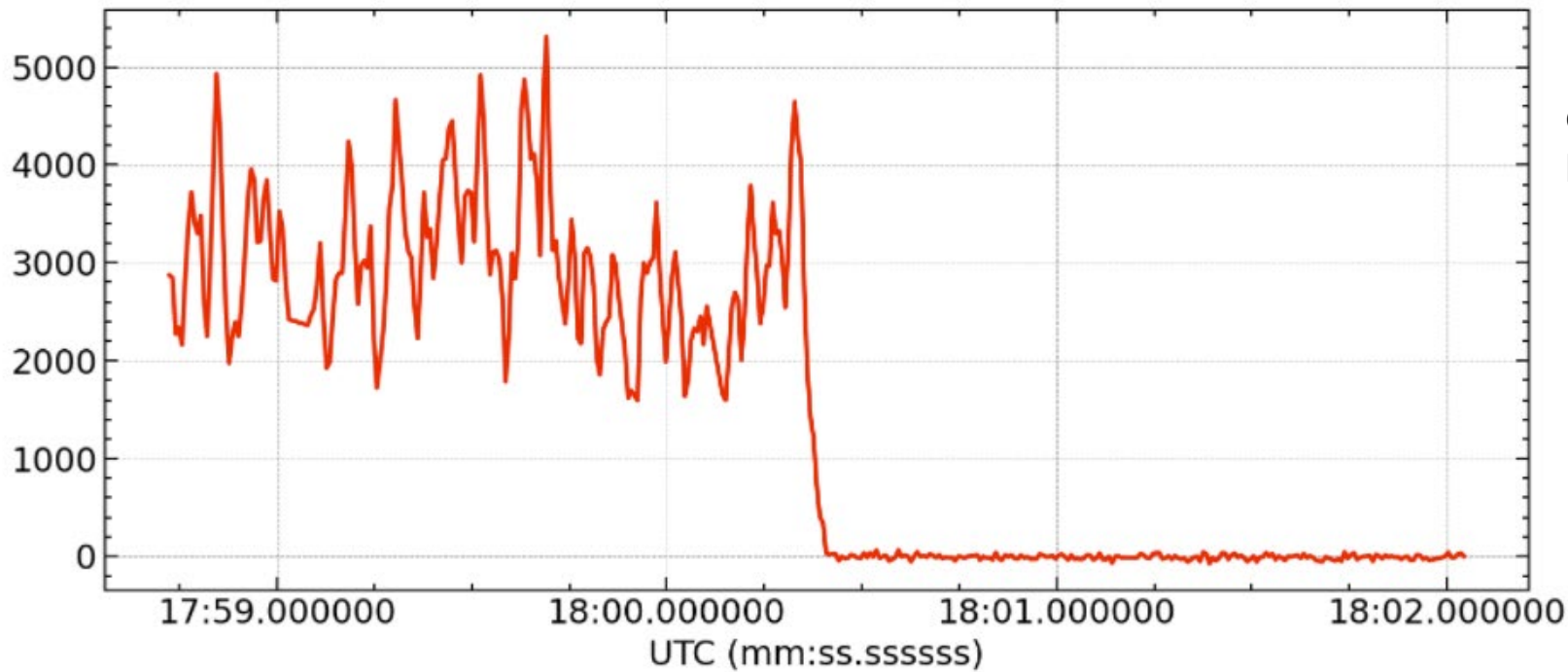
Kurva cahaya okultasi bintang ganda [3]



Chariklo ring system [2]

[2] Braga-Ribas, F.+. A ring system detected around the Centaur (10199) Chariklo. *Nature*, **508**, 72-75 (2014)

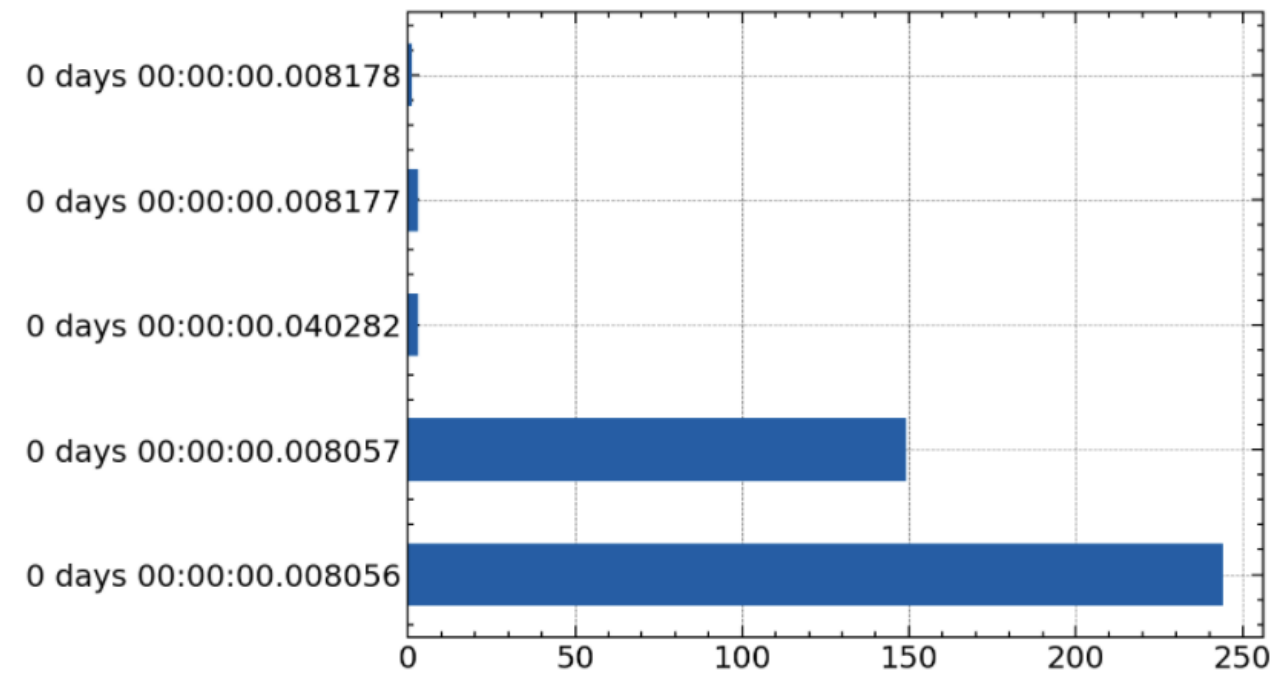
[3] Nather, R. E. & Evans, D. S. *Discovery and Measurement of Double Stars by Lunar Occultations*. *Ap&SS*, **11**, 28-37 (1971)



Kurva cahaya okultasi v Sco, diamati dari Observatorium Bosscha. Waktu paparan per *frame* adalah ~ 8 ms (QHY 174M GPS + Takahashi FS -102)

0 days 00:00:00.008056	244
0 days 00:00:00.008057	149
0 days 00:00:00.040282	3
0 days 00:00:00.008177	3
0 days 00:00:00.008178	1

Ada tiga *drop frames* dengan waktu paparan 0,04 detik



Model kurva cahaya dan *Bayesian Inference*

$$I(t) = \int_{-\infty}^{\infty} d\phi \int_{A/2}^{A/2} d\alpha \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} d\lambda \int_{\Delta\tau}^0 d\tau \cdot F(w)S(\phi)O(\alpha)\Lambda(\lambda)T(\tau) + \beta$$

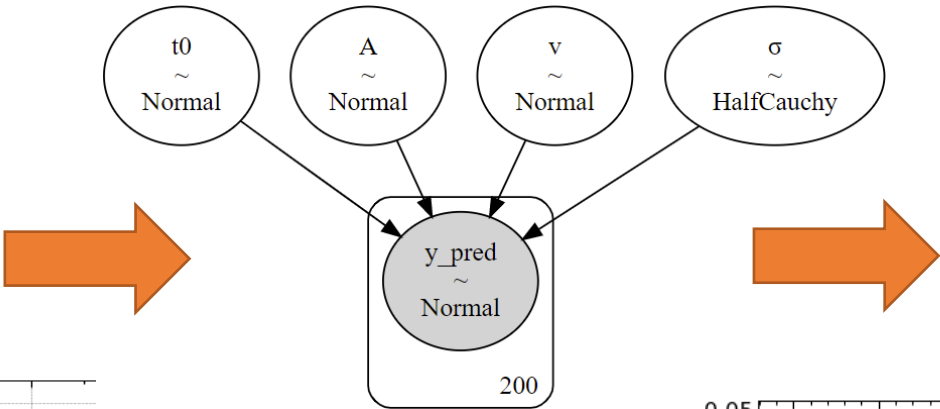
- $S(\phi)$: profil kecerlangan bintang
- $O(\alpha)$: total integrasi luas area teleskop
- $\Lambda(\lambda)$: respon panjang gelombang (detektor + teleskop + filter)
- $T(\tau)$: respon waktu detektor}
- β : background level
- $F(w) = A \times \frac{1}{2} \left[\left(C(w) + \frac{1}{2} \right)^2 + \left(S(w) + \frac{1}{2} \right)^2 \right]$ dengan
 - $w = \sqrt{\frac{2}{\lambda d_{\text{moon}}}} x$. Karena $x = d_{\text{moon}} \tan \phi$, maka $w = \tan \phi \sqrt{\frac{2d_{\text{moon}}}{\lambda}}$
 - $C(w) = \int_0^w \cos\left(\frac{\pi}{2} t^2\right) dt$
 - $S(w) = \int_0^w \sin\left(\frac{\pi}{2} t^2\right) dt$

• Langkah-langkah:

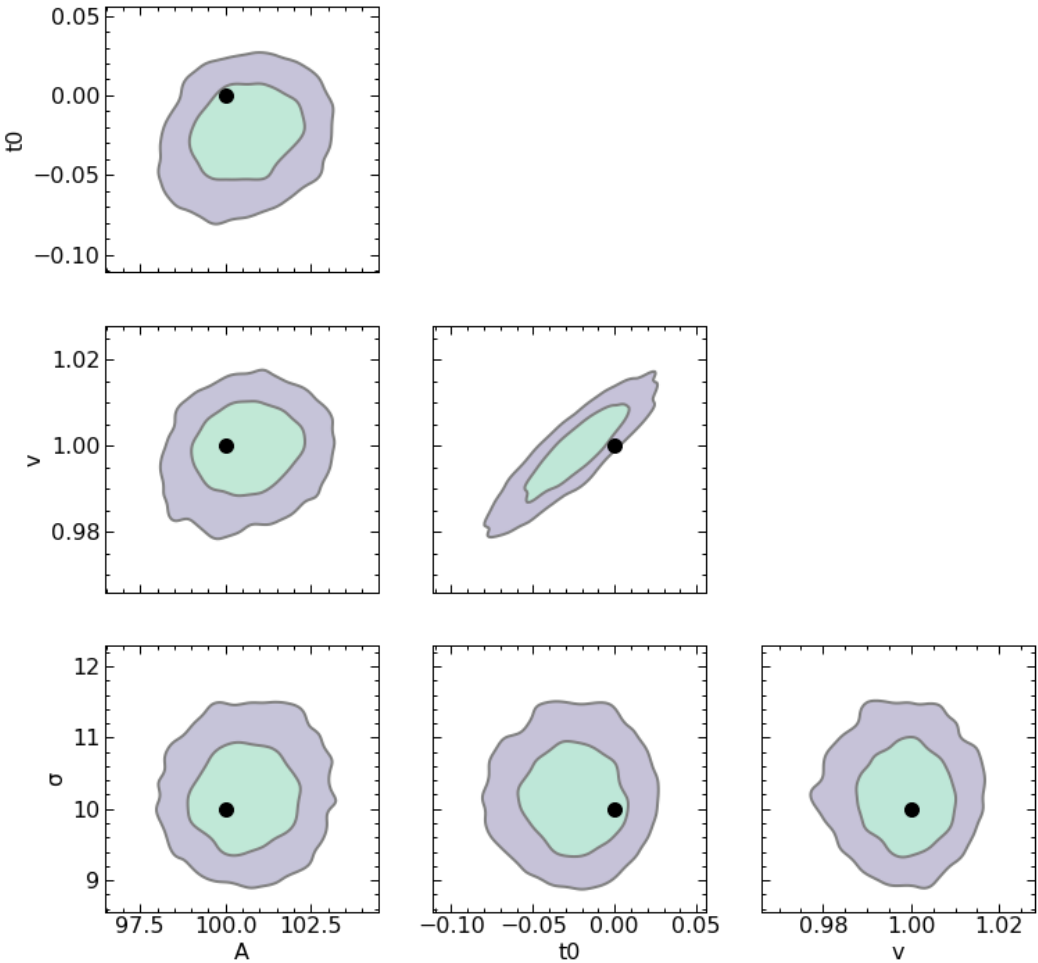
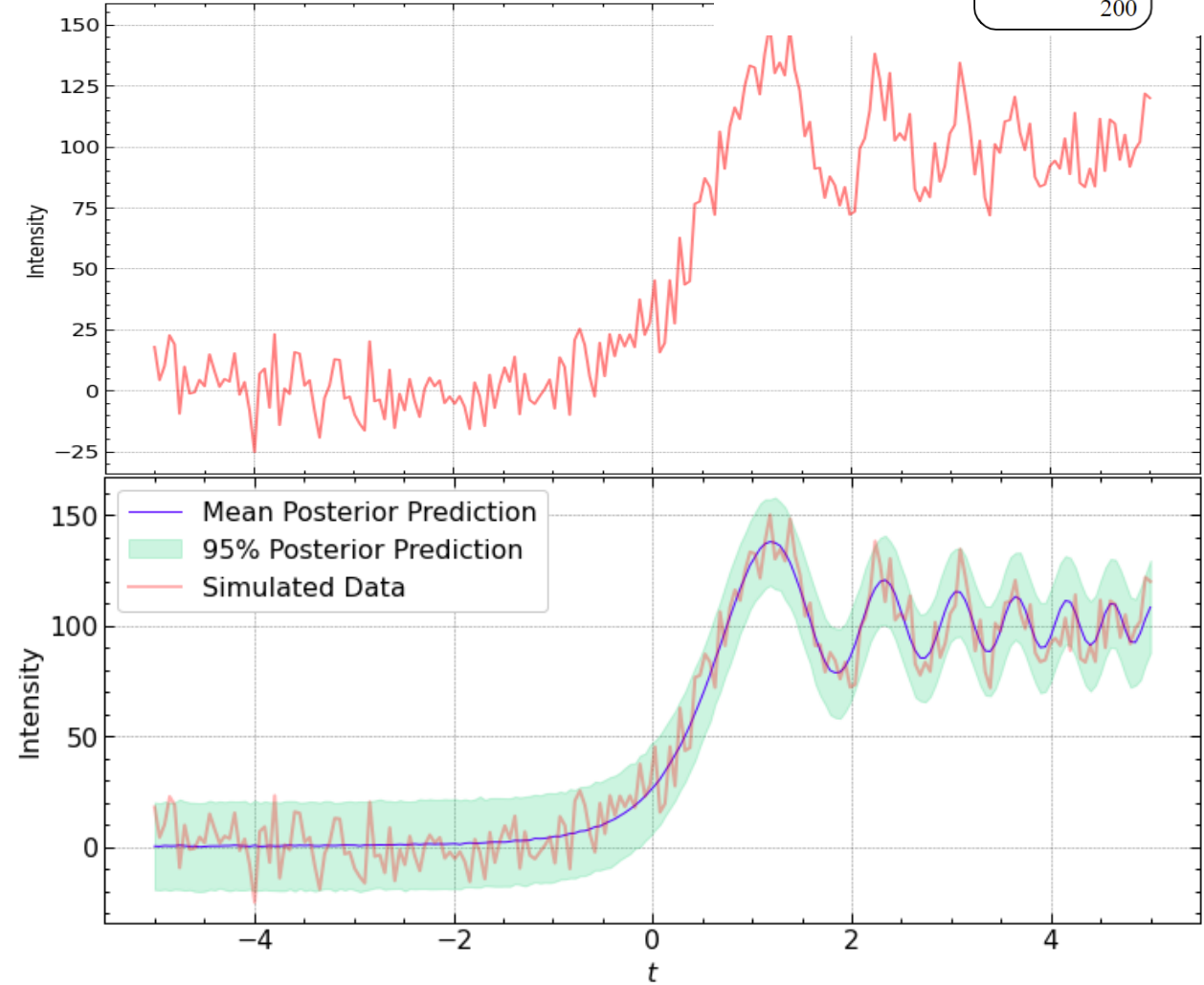
- Data sintetik dengan kumpulan parameter yang ditentukan, θ_{true}
- *Bayesian Inference* untuk mendapatkan distribusi probabilitas dari θ_{true}
- Aplikasi ke data sebenarnya

Monokromatik

A_true = 100.
t0_true = 0.
v_true = 1.0
σ_true = 10.

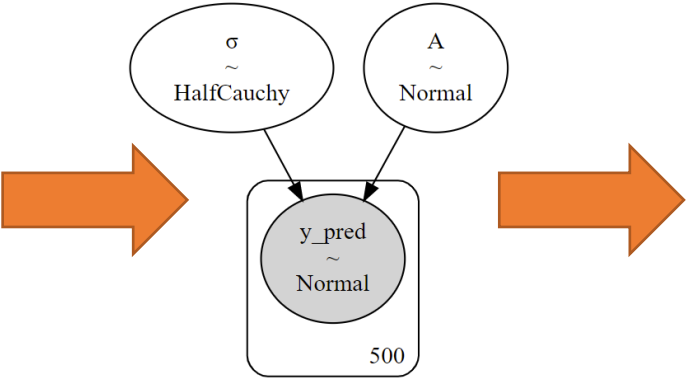


	mean	sd	hdi_3%	hdi_97%
A	100.583	1.028	98.738	102.561
t0	-0.025	0.021	-0.066	0.013
v	0.999	0.007	0.984	1.012
σ	10.176	0.510	9.170	11.097

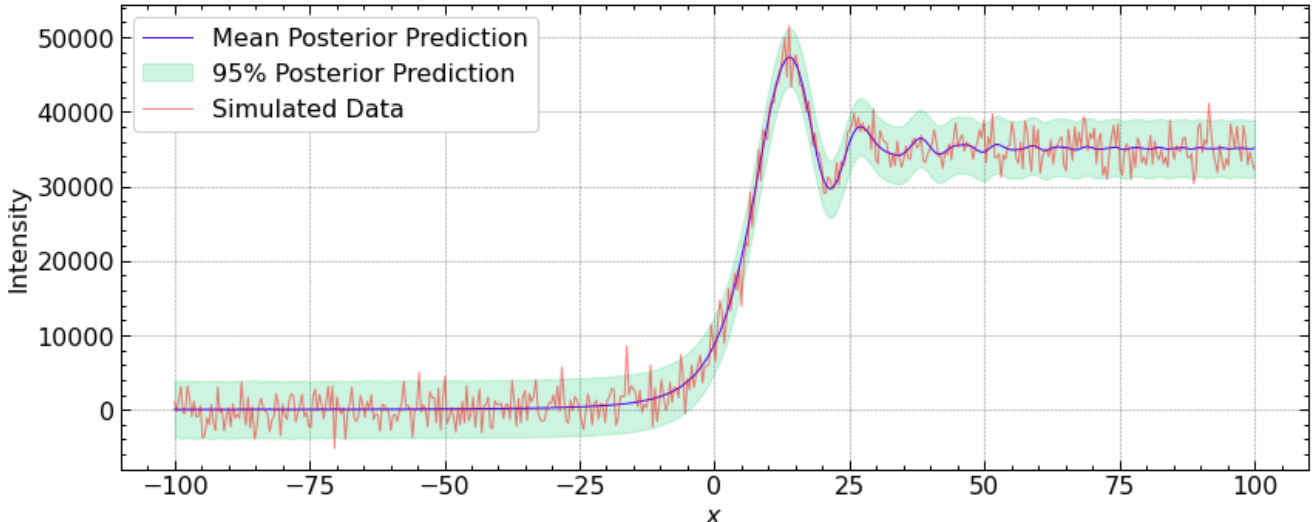
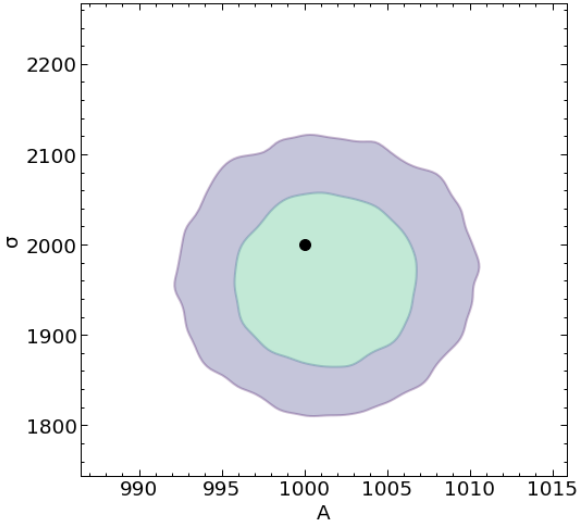
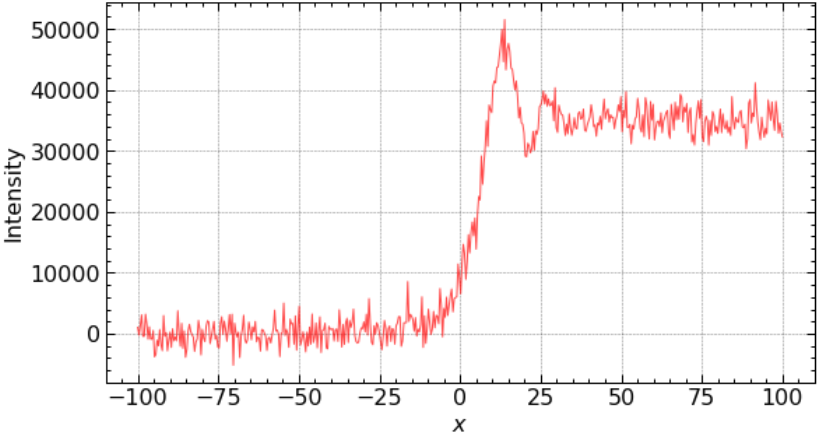
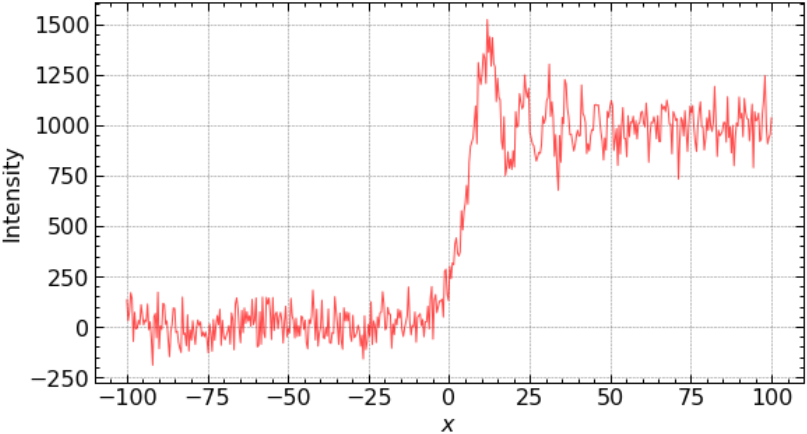


Polikromatik

`A_true2 = 1000.`
`σ_true2 = 2e3`

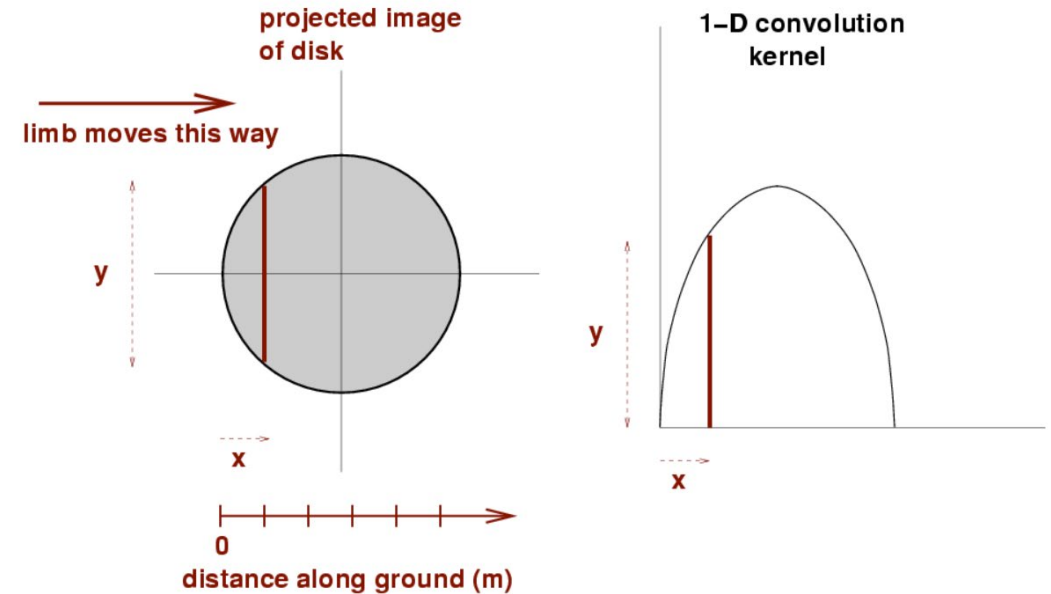


	mean	sd	hdi_3%	hdi_97%
A	1001.178	3.626	994.496	1008.018
σ	1963.120	62.430	1845.756	2078.447



Selanjutnya...

- $\Lambda(\lambda)$
 - Kurva transmisi instrumen/filter
- $S(\phi)$
 - Diameter sudut bintang
 - LD *coefficient*
- Model *binary/multiple*
- Aplikasi ke data *real*
- Efek sintilasi → Legendre polynomial
- Diameter teleskop (komponen $O(\alpha)$)
 - Signifikan untuk teleskop diameter besar (> 1 m)



Profil kecerlangan bintang searah pergerakan piringan Bulan[4]