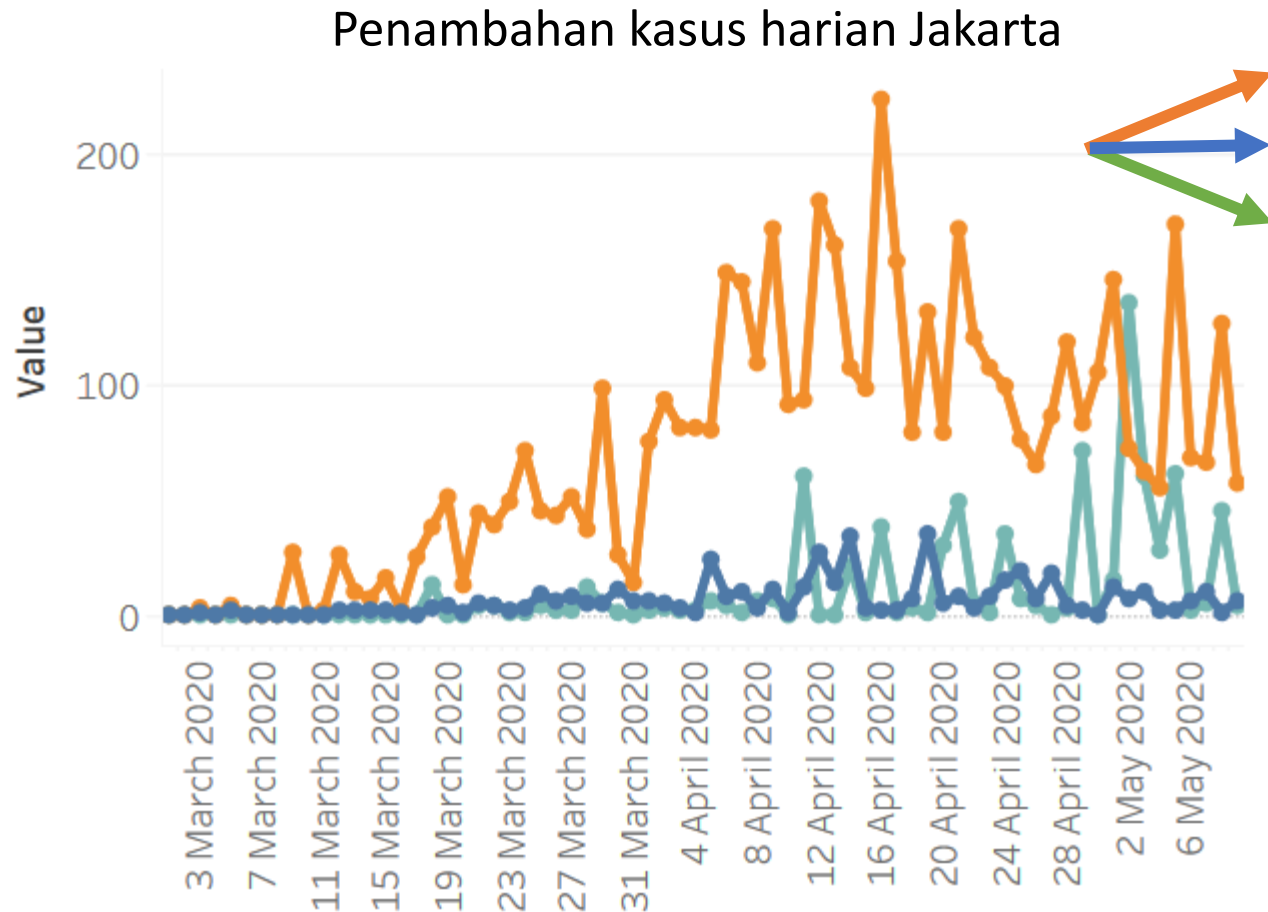


Analisa COVID-19 di Indonesia dengan teorema Bayesian

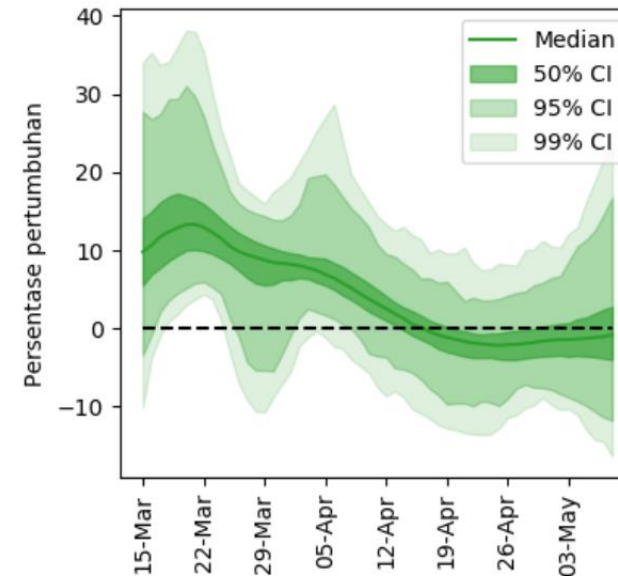
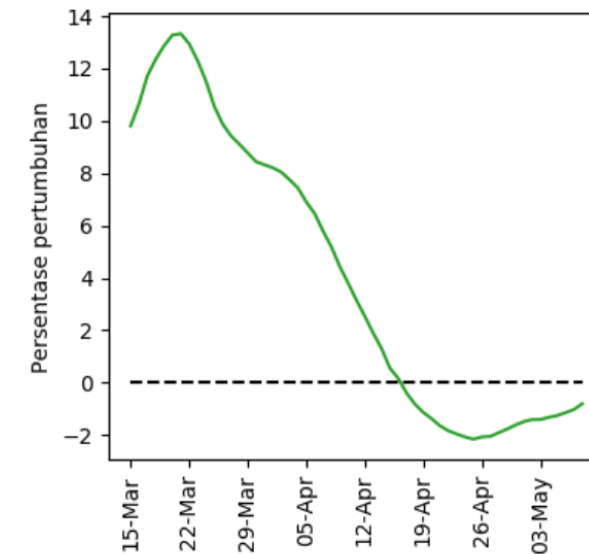
Muhammad Firmansyah Kasim

09 Mei 2020

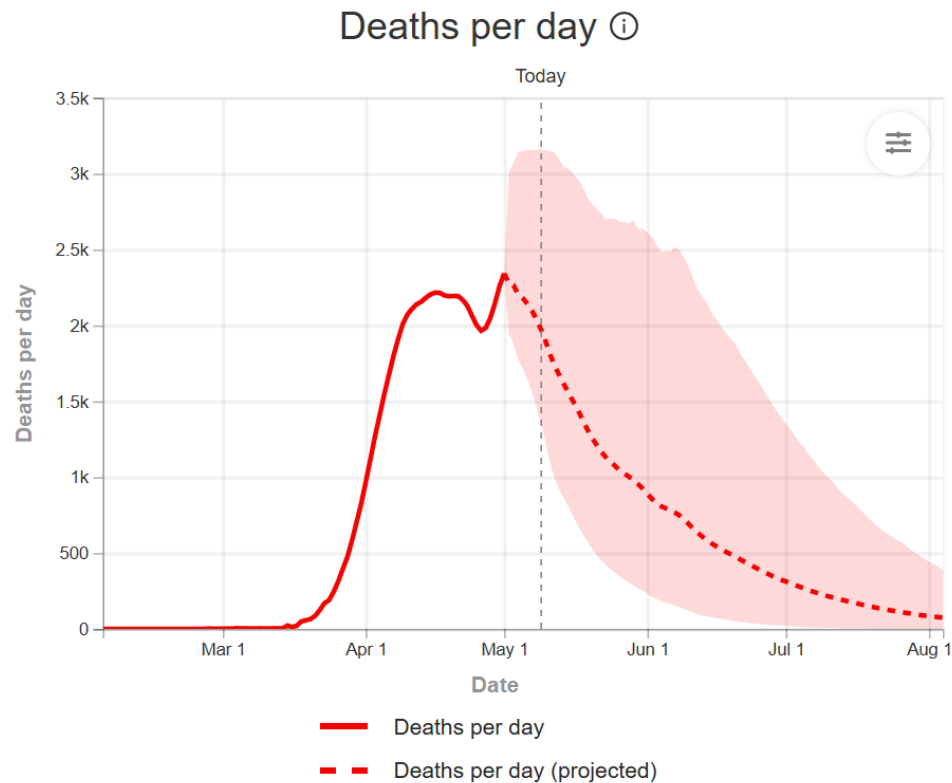
Pentingnya ketidakpastian



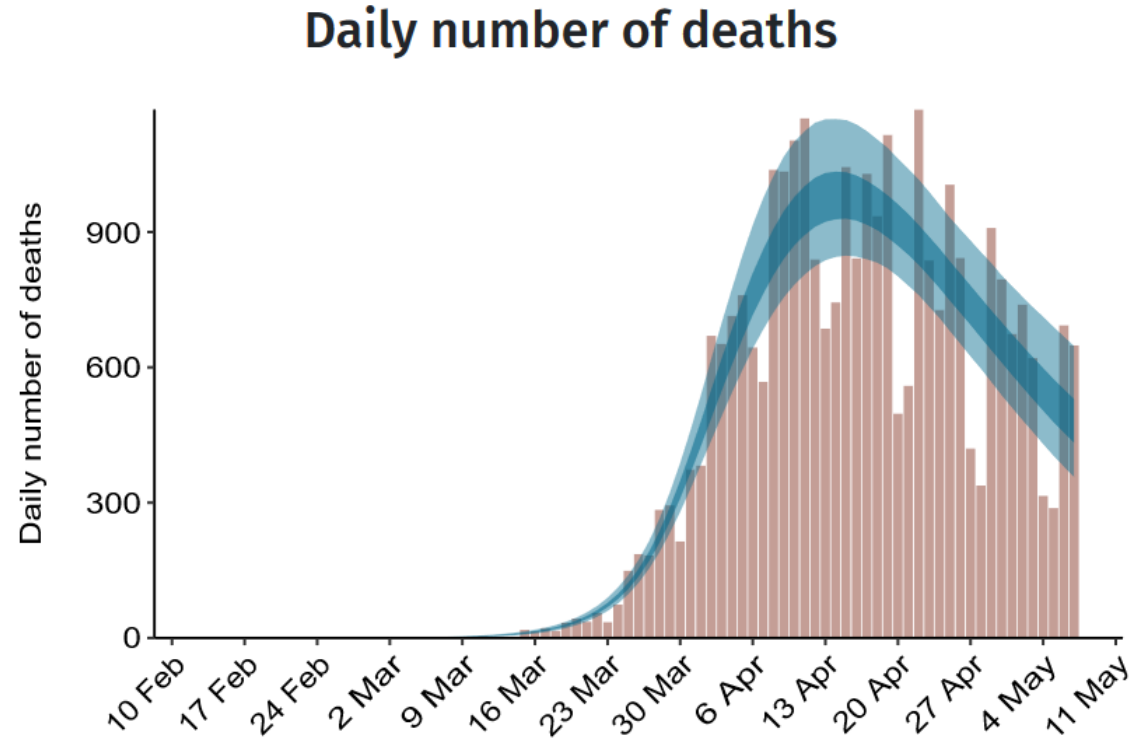
Sumber: <https://corona.jakarta.go.id/id/data-pemantauan>



Penelitian menggunakan ketidakpastian



Sumber: IHME



Sumber: MRC Imperial College London

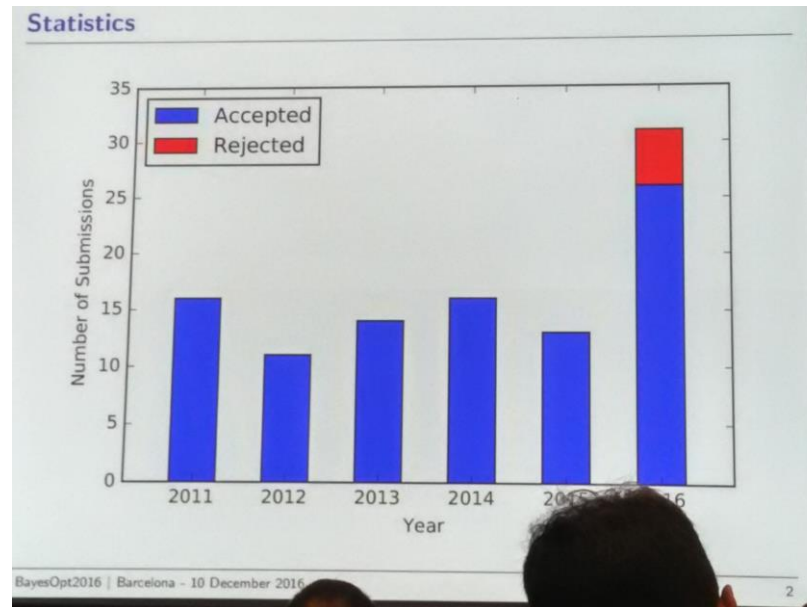
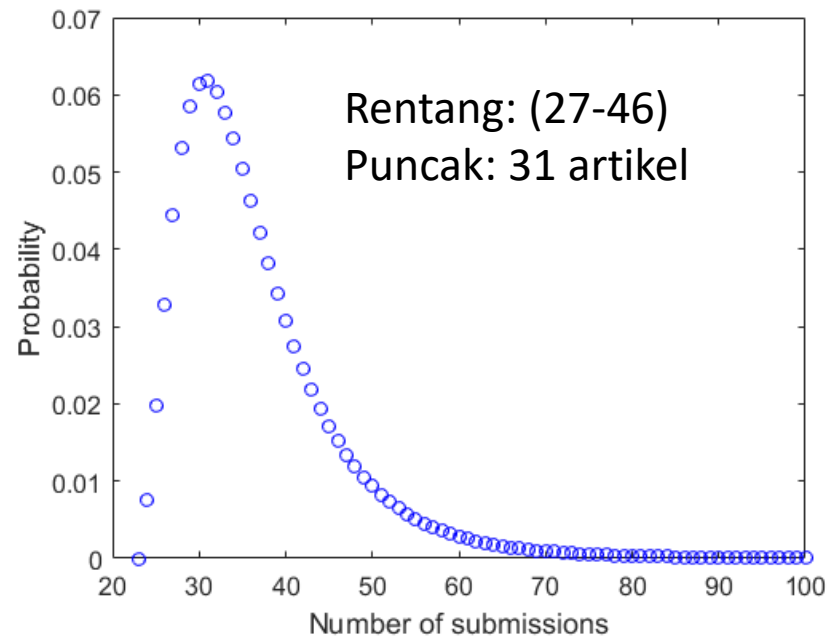
German tank problem

- Diketahui nomor seri tank Jerman yang ditangkap oleh sekutu saat perang dunia
- **Pertanyaan:** berapakah jumlah tank yang diproduksi Jerman?

Month	Statistical estimate	Intelligence estimate	German records
June 1940	169	1,000	122
June 1941	244	1,550	271
August 1942	327	1,550	342

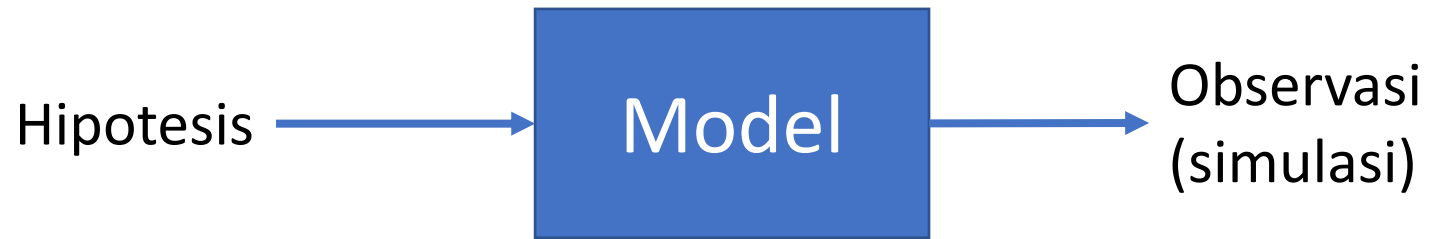
Jumlah artikel yang disubmit

- Di suatu workshop, saya submit artikel dan mendapat ID: 12
- Setelah pengumuman, artikel saya di urutan ke-9
- Ada total 26 artikel yang diterima di workshop tersebut
- **Pertanyaan:** berapa jumlah artikel yang disubmit?



Jawaban:
31 artikel yang disubmit

Teorema Bayes



$$P(\text{hipotesis A} \mid \text{data}) = \frac{P(\text{data} \mid \text{hipotesis A}) P(\text{hipotesis A})}{\sum_{\text{hipotesis}} P(\text{data} \mid \text{hipotesis}) P(\text{hipotesis})}$$

Contoh: survei COVID-19 di KRL

- Dari 325 orang yang dites swab COVID-19 di KRL Bogor-Jakarta, 3 orang terdeteksi positif (3 Mei 2020)

TEMPO.CO, Jakarta - Gubernur Jawa Barat [Ridwan Kamil](#) mengatakan ada tiga penumpang Kereta Rel Listrik (KRL) jurusan Bogor-Jakarta yang positif Covid-19. Dia mengatakan ini ketahuan dari tes swab PCR yang dilakukan terhadap 325 orang penumpang secara sampling.

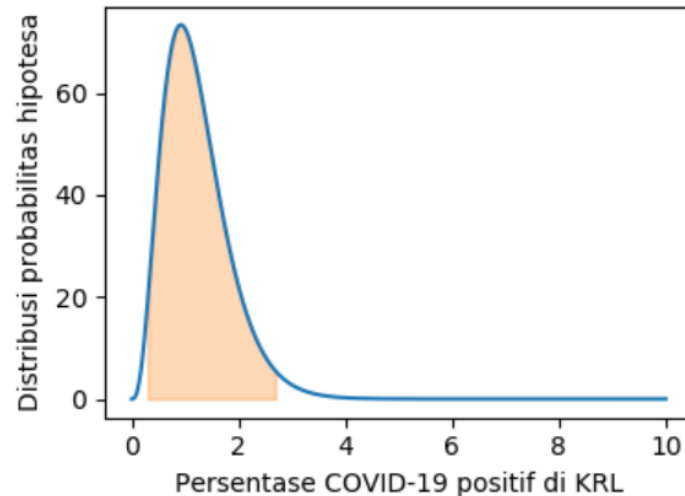
- **Pertanyaan:** berapa persen kah penumpang KRL yang positif?
- **Estimasi cepat:** $3/325 = 0.92\%$ (rentangnya?)

Contoh: survei COVID-19 di KRL

- **Hipotesis:** persentase penumpang KRL yang positif adalah $(r \times 100)\%$
- **Data:** Dari 325 orang yang dites swab COVID-19 di KRL Bogor-Jakarta, 3 orang terdeteksi positif
- **Peluang kejadian (binomial):** $P(\text{data} \mid \text{hipotesis}) = C_{325}^3 r^3 (1 - r)^{325-3}$
 - $r = 0.50\%$: $P(\text{data} \mid \text{hipotesis}) = 0.141$
 - $r = 1.00\%$: $P(\text{data} \mid \text{hipotesis}) = 0.223$
 - $r = 1.50\%$: $P(\text{data} \mid \text{hipotesis}) = 0.147$

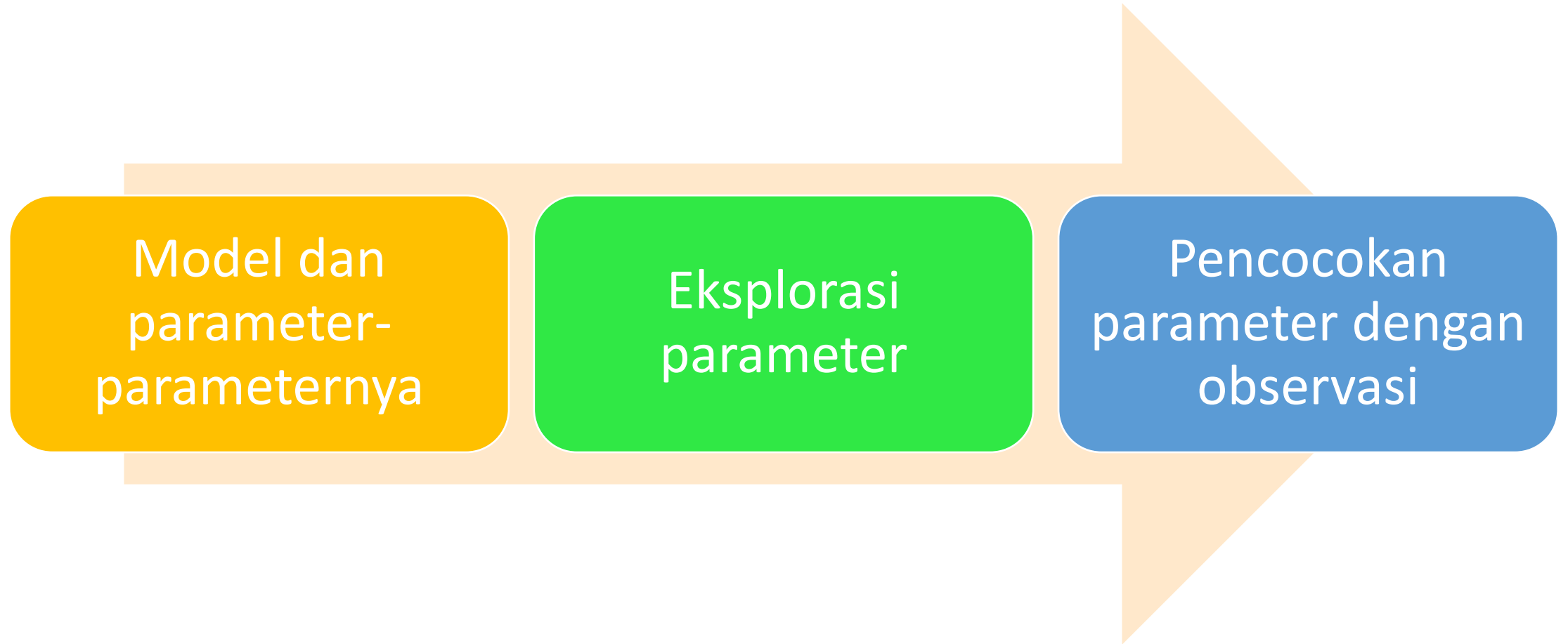
Contoh: survei COVID-19 di KRL

- Distribusi persentase penumpang COVID-19 di KRL



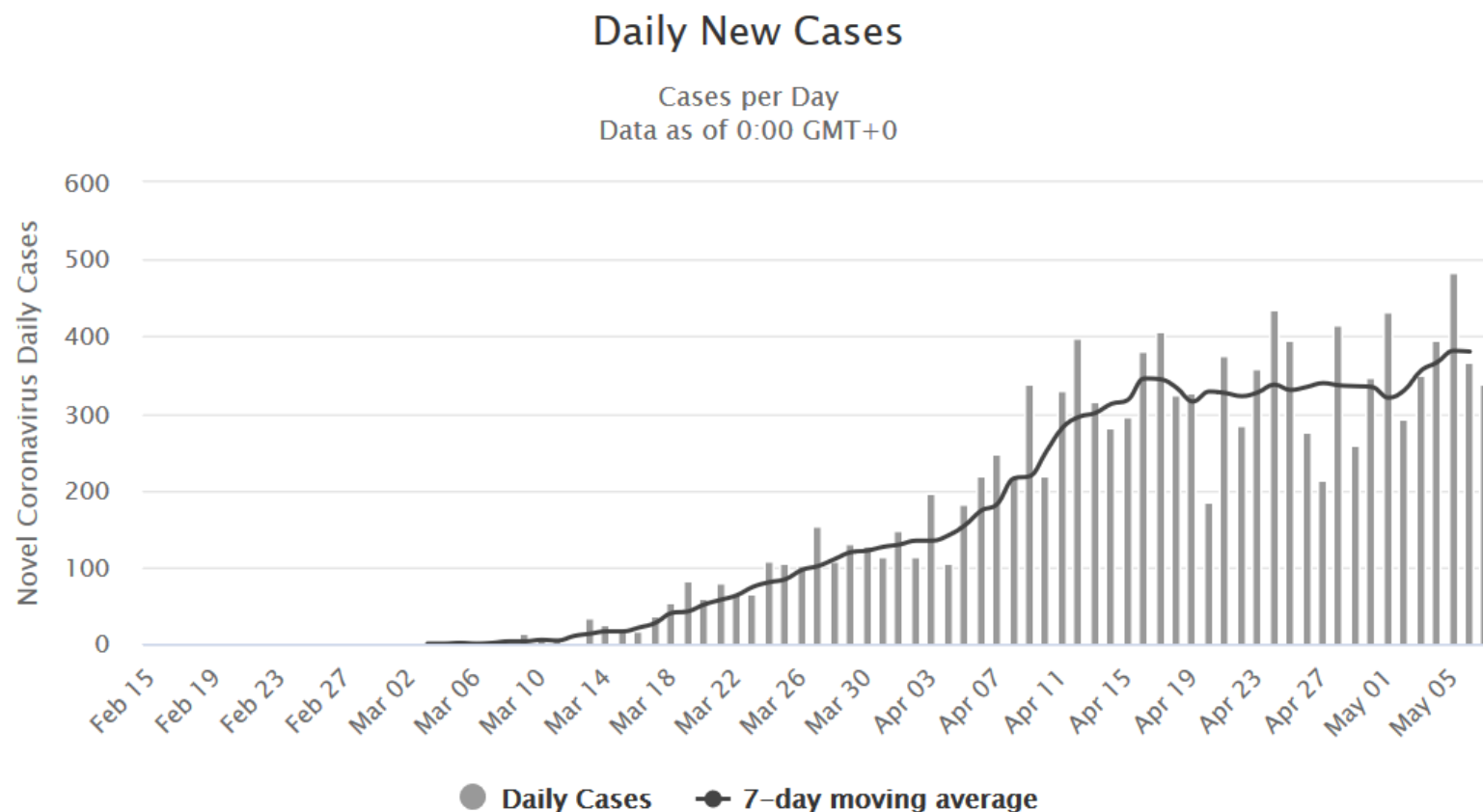
- Persentase penumpang COVID-19 di KRL (95% CI): $(0.3 - 2.7)\%$
- Jumlah penumpang COVID-19 di KRL (95% CI), asumsi 1700/hari: $(5 - 46)$ orang/hari

Inti penerapan teorema Bayes



Kenaikan/penurunan jumlah kasus harian

Daily New Cases in Indonesia



Tantangan:

- Faktor eksponensial tidak konstan (karena intervensi dan perubahan perilaku)
- Data banyak *noise*
- Fluktuatif harian besar

Sumber: <https://www.worldometers.info/coronavirus/country/indonesia/>

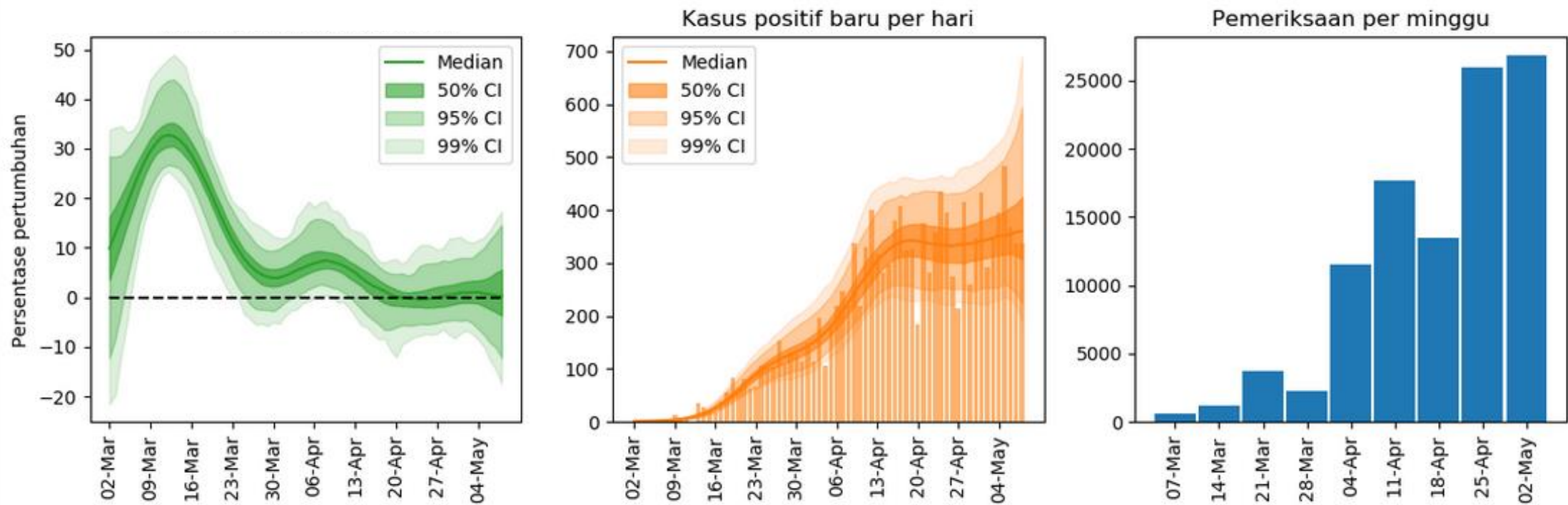
Model dinamika kasus terkonfirmasi/hari

- Kasus terkonfirmasi baru / hari, $y(t)$:

$$\log[y(t)] \sim \mathcal{N} \left(a + \int b(t) dt; \sigma \right)$$

- Offset awal: a
- Gradient: $b(t)$, $b(t) < 0$ menunjukkan $R < 1$
- Noise di data: σ

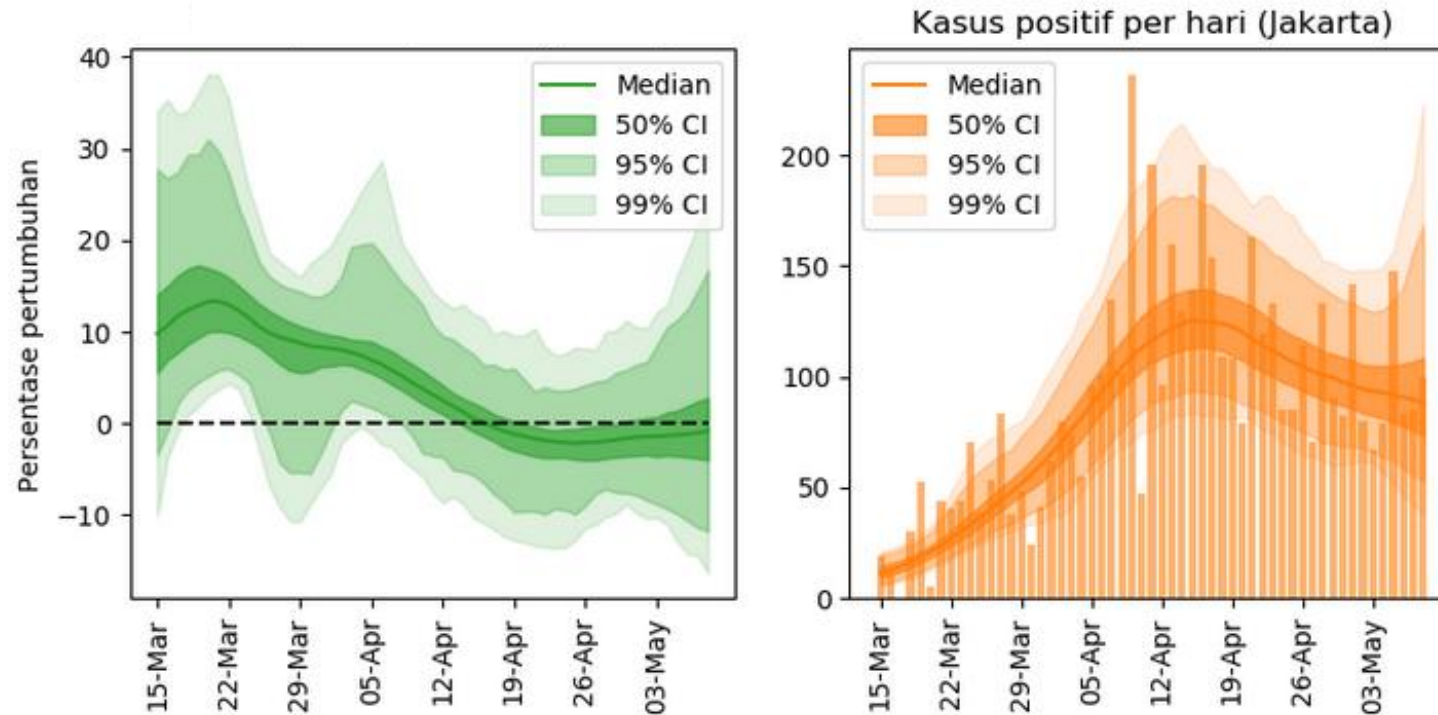
Kasus terkonfirmasi: Indonesia



Probabilitas menurun: 48%

Kasus terkonfirmasi: Jakarta

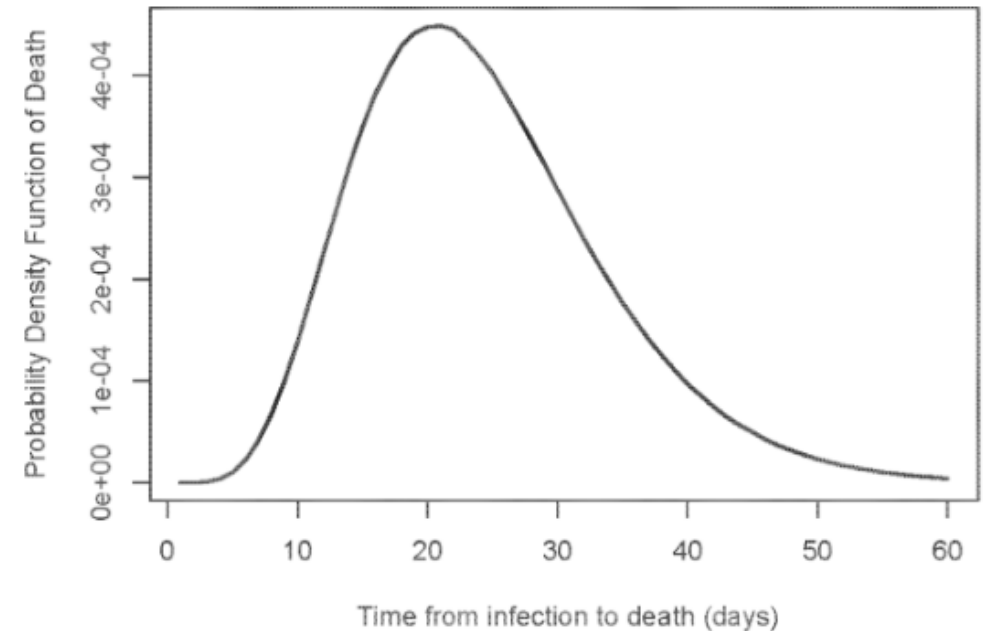
Probabilitas
menurun: 58%



Selengkapnya di:
<https://mfkasim91.github.io/idcovid/>

Estimasi jumlah infeksi

- Asumsi:
 - Rasio jumlah infeksi / jumlah kasus terkonfirmasi dianggap kurang lebih tidak berubah
 - *infection-fatality-rate* (IFR): (0.39 – 1.33)% [1]
 - Periode *infection-to-death* mengikuti distribusi di samping [2]
 - Adanya delay 10 hari sejak terinfeksi hingga terkonfirmasi
 - Jumlah kematian dikalikan 2200/785, berdasarkan laporan dari Reuters



[1] <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.03.09.20033357v1.full.pdf>

[2] <https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/medicine/mrc-gida/2020-03-30-COVID19-Report-13.pdf>

Estimasi jumlah infeksi

- Indonesia : 610.000 (95% CI: 210.000 - 1.200.000)
- Jakarta : 220.000 (95% CI: 110.000 - 490.000)
- Jawa Barat : 48.000 (95% CI: 25.000 - 120.000)
- Jawa Timur : 99.000 (95% CI: 41.000 - 230.000)
- Jawa Tengah : 40.000 (95% CI: 20.000 - 110.000)
- Sulawesi Selatan : 32.000 (95% CI: 15.000 - 73.000)

Kesimpulan

- Berbagai analisa terkait COVID-19 dilakukan dengan prinsip Bayes:
 - Persentase penumpang KRL yang positif COVID-19: **(0.3-2.7)%**
 - Dinamika kasus terkonfirmasi
 - Estimasi jumlah infeksi
- Untuk dinamika kasus terkonfirmasi, terlihat ada indikasi penurunan di Jakarta, tapi belum terlihat untuk Indonesia
- Estimasi jumlah infeksi di:
 - Indonesia mencapai 210 ribu – 1,2 juta
 - Jakarta mencapai 110 – 490 ribu (sekitar 1-5% penduduk Jakarta telah terinfeksi)