

Modelling Update

SimcovID Team

Draft, 6 April 2020



University of Essex



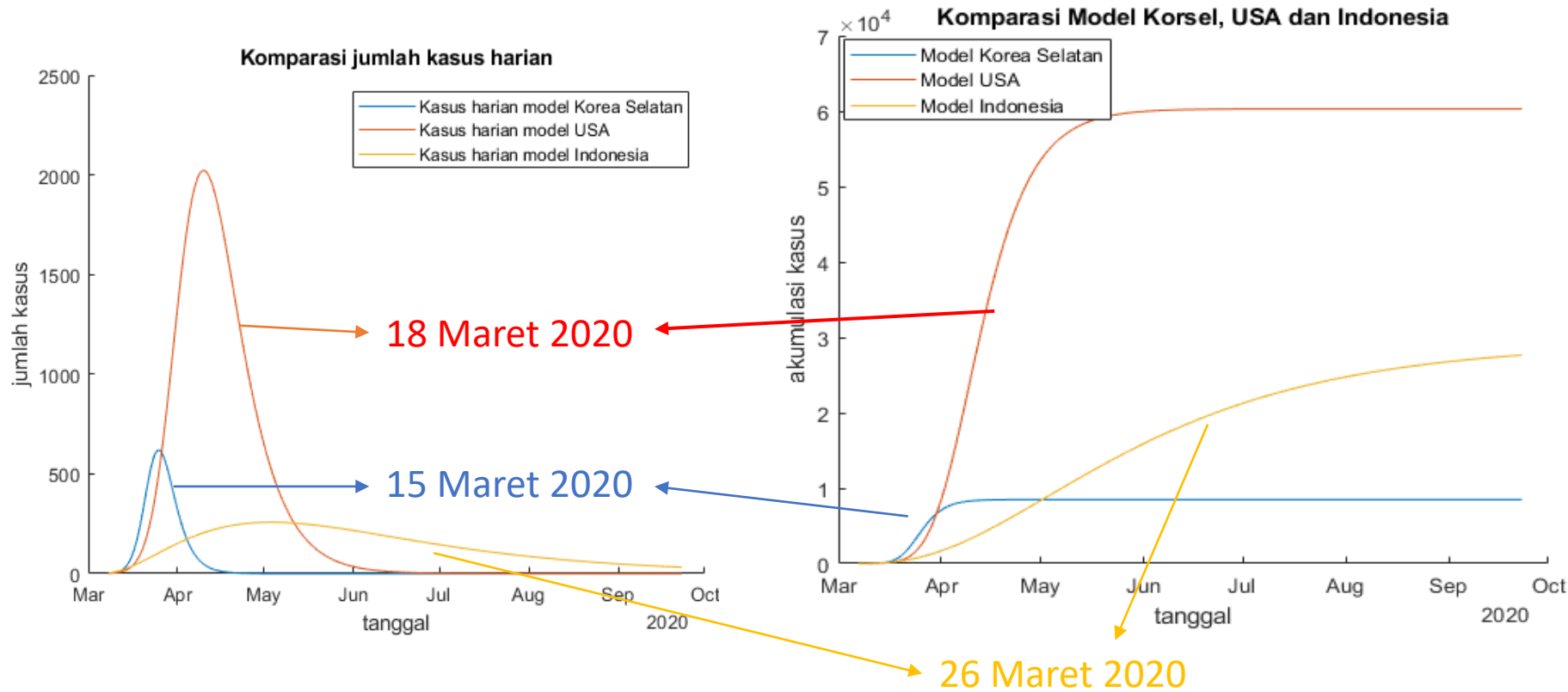
جامعة خليفة
Khalifa University



Bahasan singkat

- Pengembangan model SEIQRD (*Suceptible-Exposed-Quarantine-Recovery-Death*)
- Bagaimana melihat proyeksi dinamika kasus saat disimulasikan beberapa strategi intervensi (disimulasikan untuk Jakarta) dan Indonesia
- Analisa data provinsi dengan kepadatan kasus COVID19 tertinggi di Indonesia serta provinsi mana sajakah yang memiliki persentase tertinggi untuk kasus tak terdeteksi ?

Model Fitting (kurva Richard) diaplikasikan untuk seluruh Indonesia



- Pendekatan matematika pertama yang 'viral' dengan proyeksi puncak pertengahan Maret dan infeksi kumulatif ~8ribu orang.

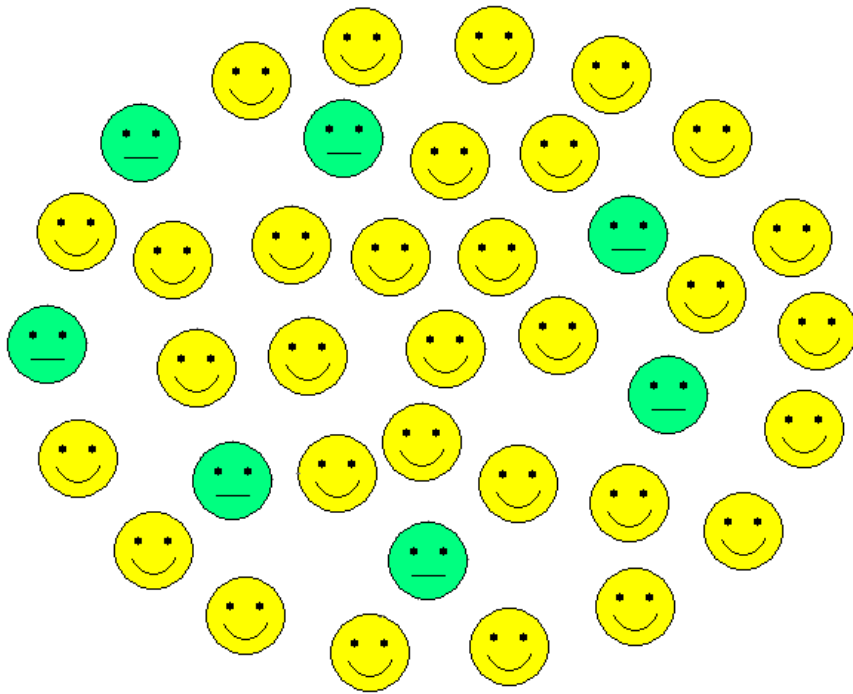
Update per 26 Maret, RMSE 22

- **Peringatan:**
 - Grafik pada akhirnya akan melandai (karena satu dan lain hal, misal sifat Kurva Richard)
 - Kurva ini tidak bisa melihat interaksi dalam populasi, mengukur efek yang diberikan jika menerapkan strategi intervensi
- Model Kurva Richard ini tidak lagi valid karena sebarannya sudah mulai ke daerah lain dengan kecepatan dan puncak yang bisa jadi berbeda

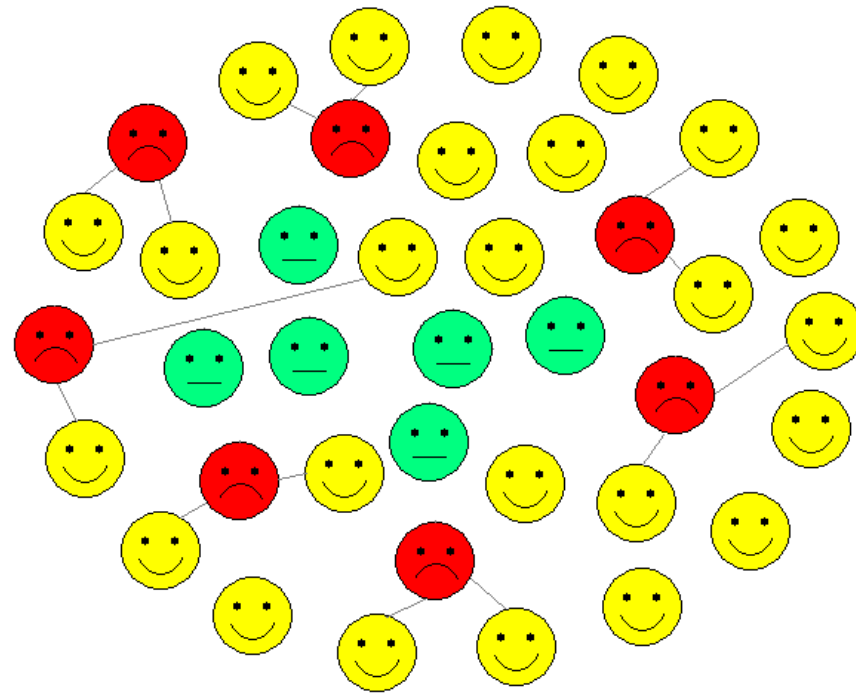
- Hasil fit dengan data terakhir sangat berbeda dengan proyeksi awal. Kita harus berhati-hati dalam interpretasi karena sifat dari kurva yang difit.

Basic Reproductive Numbers, R_0

Banyaknya kasus sekunder yang muncul akibat satu kasus satu orang terinfeksi primer masuk dalam suatu populasi tertutup yang seluruhnya *susceptible*.
(Diekmann & Heesterbeek, 2000)

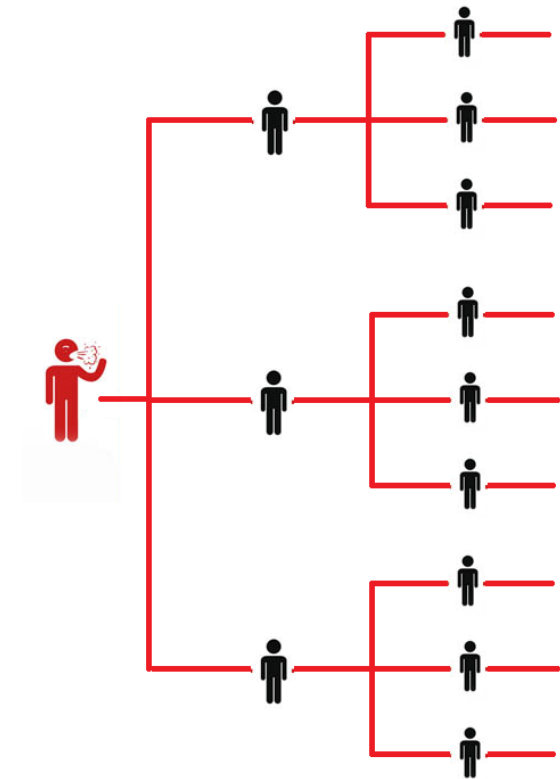
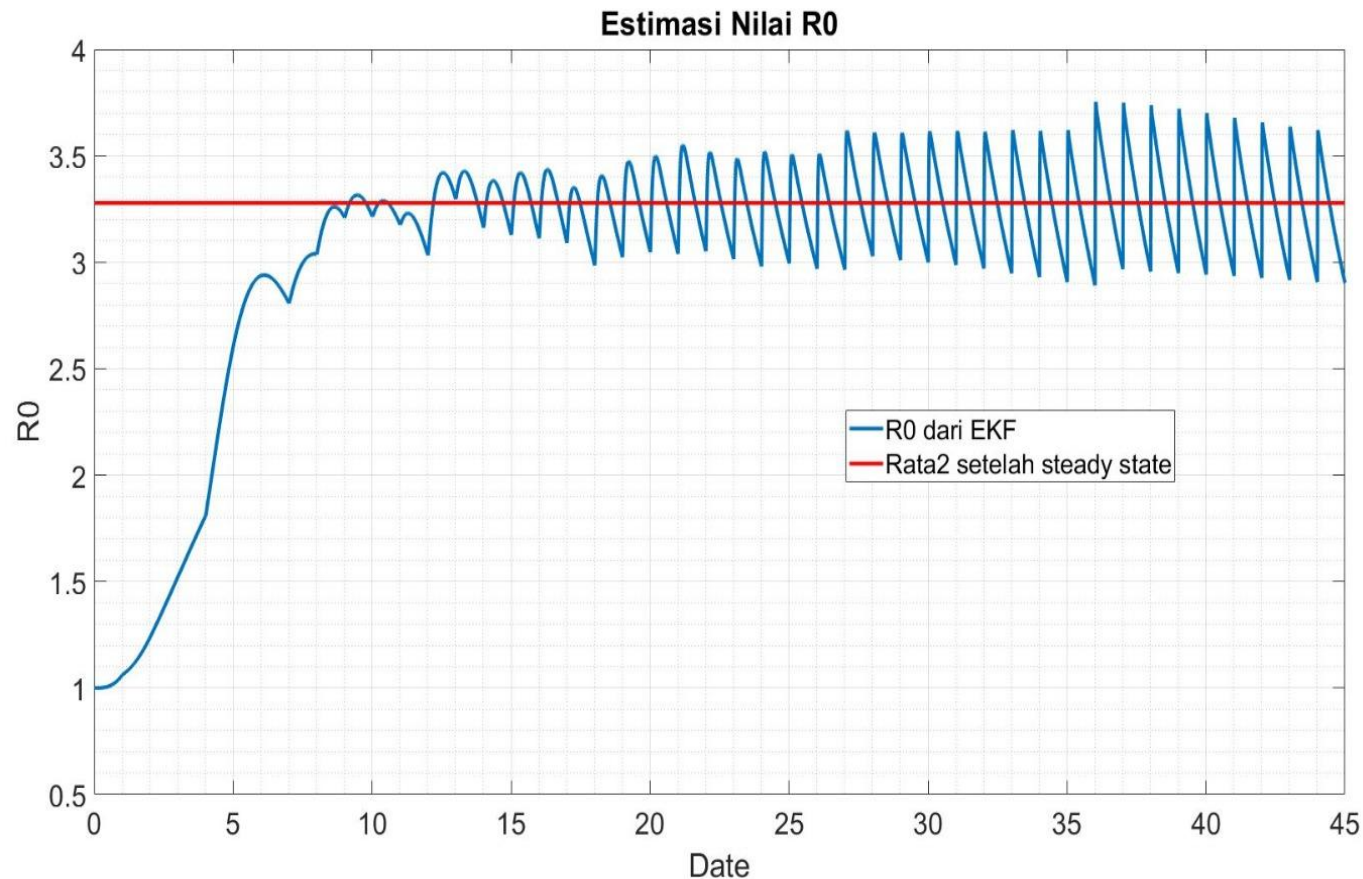


$R_0 < 1$



$R_0 > 1$

Estimasi R_0 Indonesia dengan menggunakan *Extended Kalman Filter* berdasarkan data kematian



CFR antara 1-4%. Hasil simulasi memperlihatkan variansi yang cukup kecil. *Infection time* = 10 hari.

Intervensi

- Tujuan utama: **menurunkan angka reproduksi**
- Bagaimana menurunkan angka reproduksi?



Strategi Intervensi (Mitigasi) dan (Supresi)

- **Mitigasi:**

- Memperlambat penyebaran, tapi **angka reproduksi tetap di atas 1** (*flatten the curve*)
- Tujuan utamanya agar **rumah sakit dapat menampung yang memerlukan**
- Epidemi selesai apabila **hampir seluruh penduduk terinfeksi** dan terbentuk kekebalan kelompok (*herd immunity*)

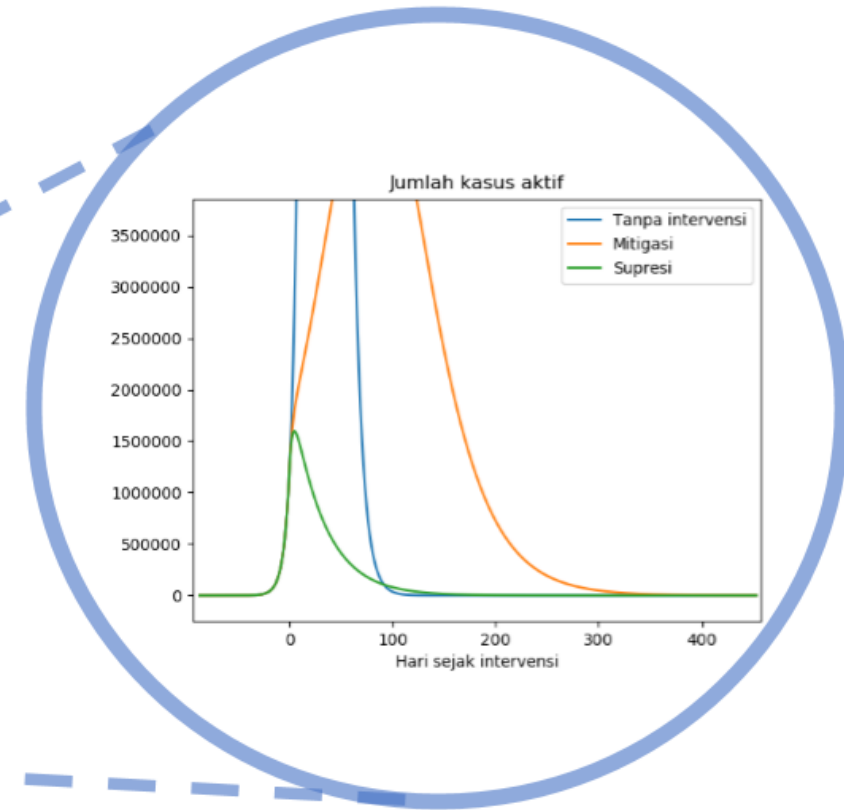
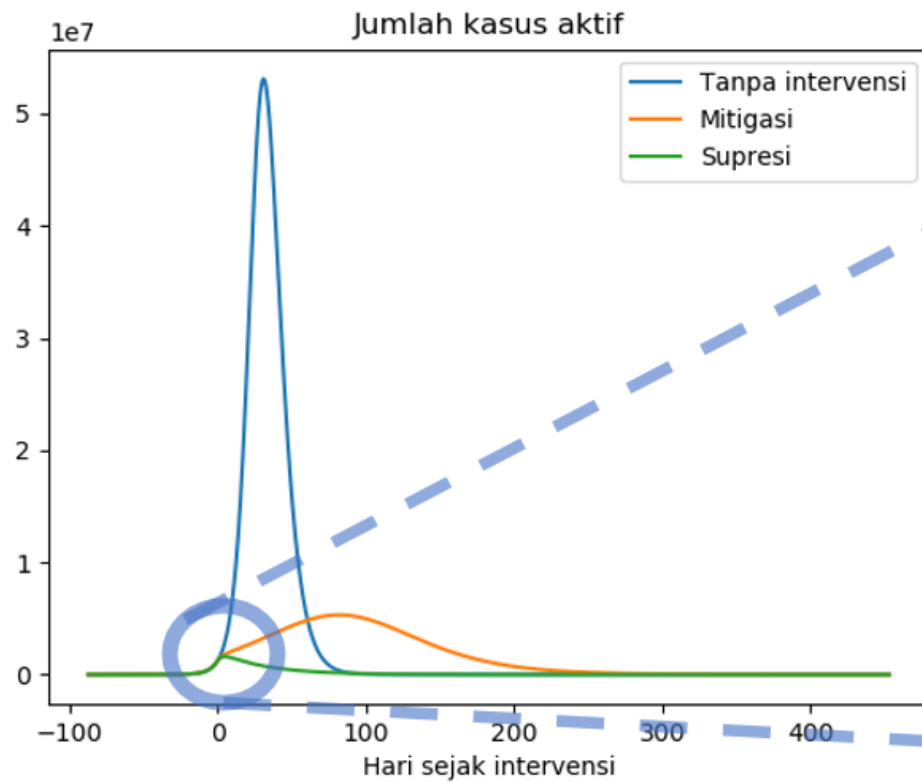
- **Supresi:**

- Menekan laju penyebaran agar **angka reproduksi di bawah 1**
- Laju penambahan kasus baru akan terus berkurang hingga akhirnya **penyakit hilang dari masyarakat**
- Setelah penyakit hilang, **ada kemungkinan terjadinya gelombang kedua**, ketiga, dan seterusnya

Detail Mitigasi dan Supresi

- **Mitigasi:** (sekitar 50% populasi “diam”)
 - Menutup sekolah dan universitas (pembelajaran daring)
 - Menghimbau penerapan social distancing
 - Menghimbau kerja dan ibadah dari rumah
 - Melarang aktifitas kelompok yang besar
- **Supresi:** (sekitar 90% populasi “diam”)
 - Seluruh aspek dari strategi mitigasi di atas
 - Menegakkan peraturan social distancing dengan mendenda pelanggar
 - Pembatasan toko/kantor/usaha hanya untuk keperluan esensial (contoh: makanan, obat-obatan, listrik, air, telekomunikasi, dll)
 - Pembatasan aktifitas di luar rumah hanya untuk keperluan esensial (contoh: beli makanan, olahraga, berangkat kerja untuk usaha yang esensial)

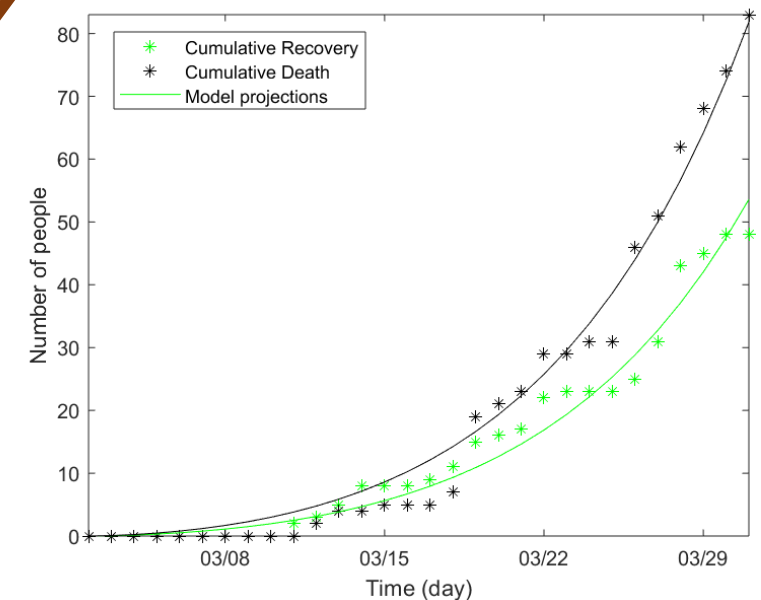
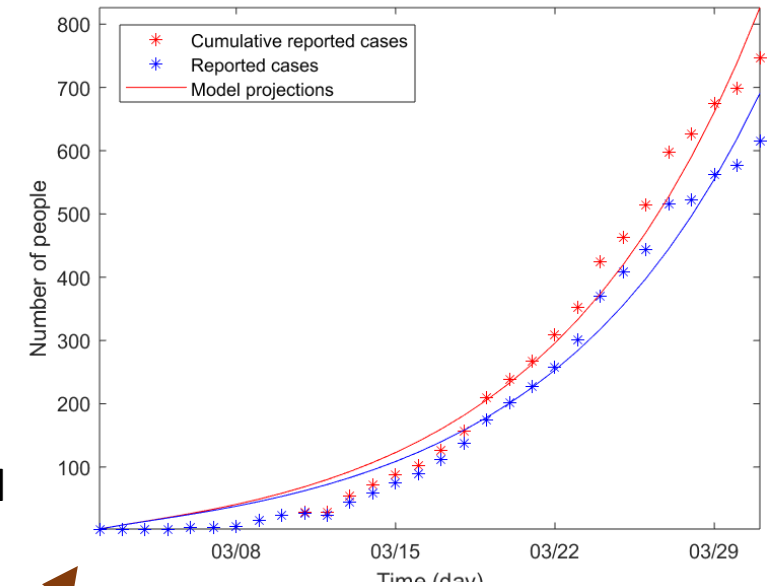
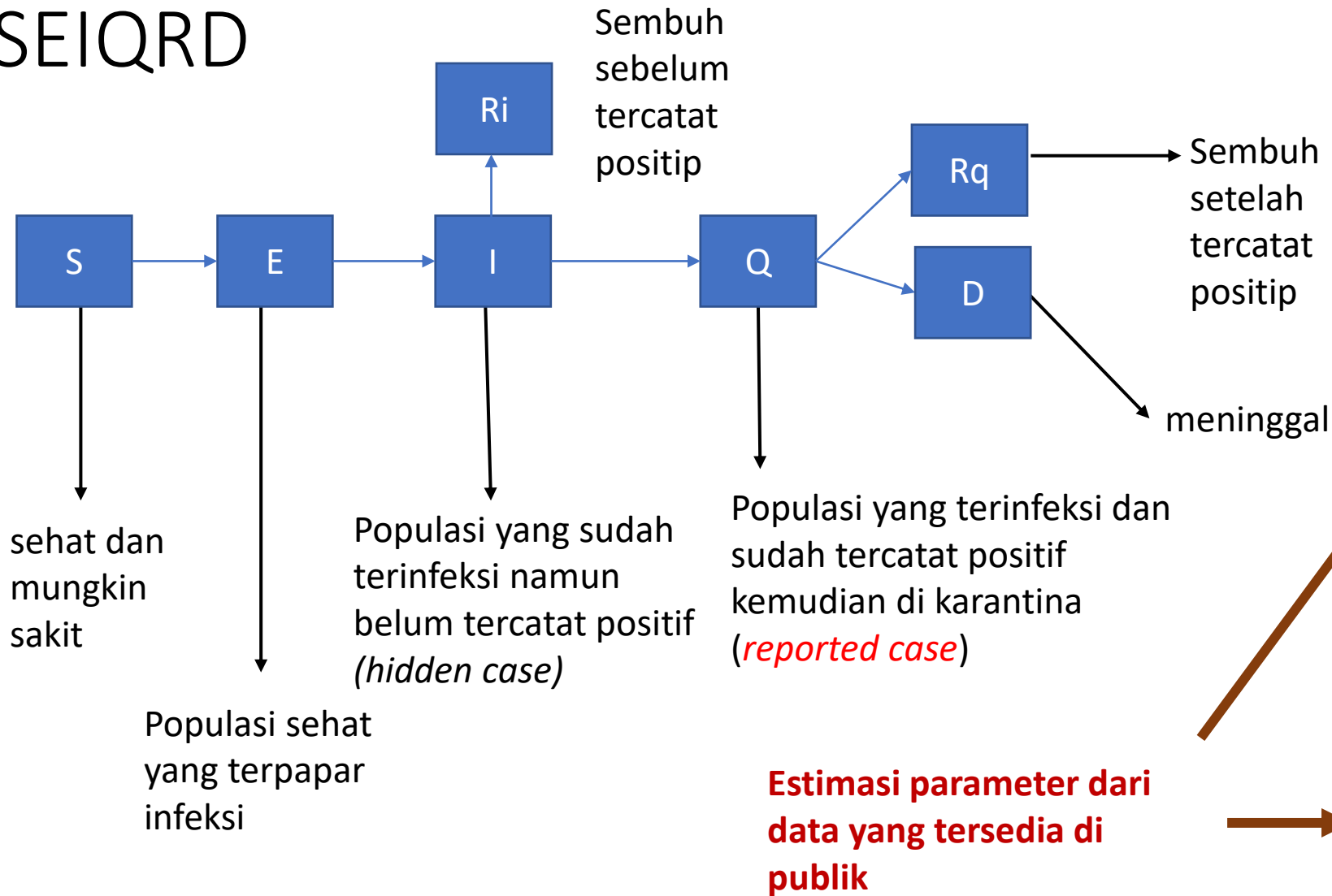
Simulasi Mitigasi vs Supresi



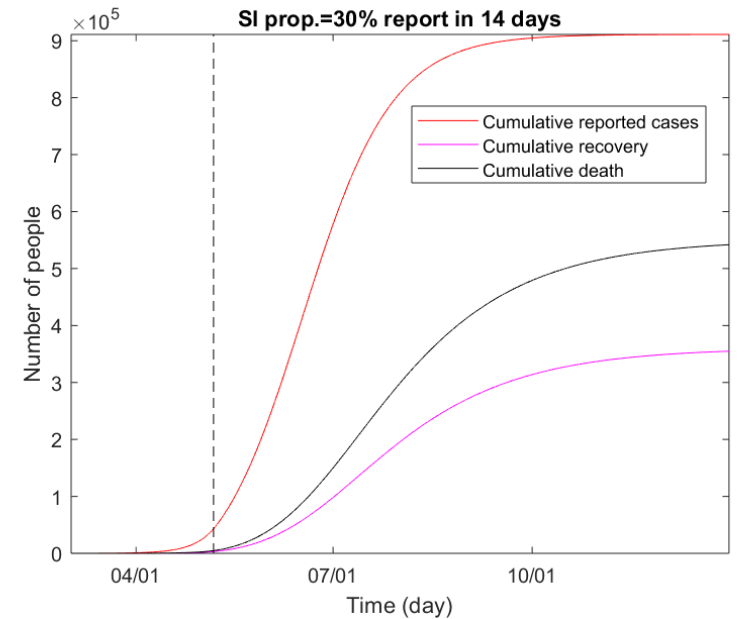
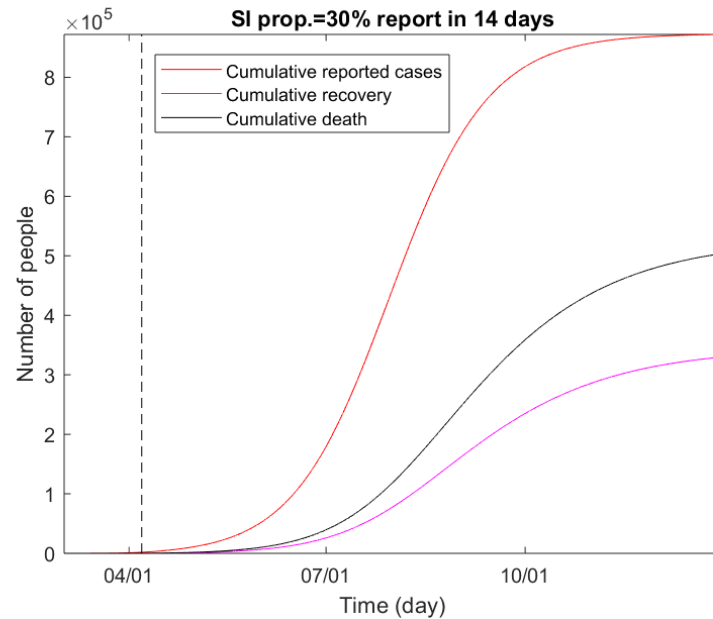
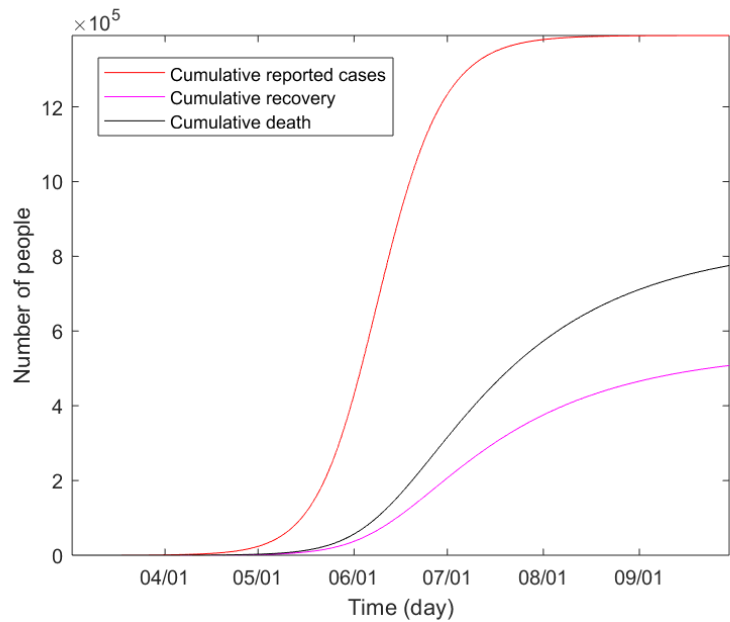
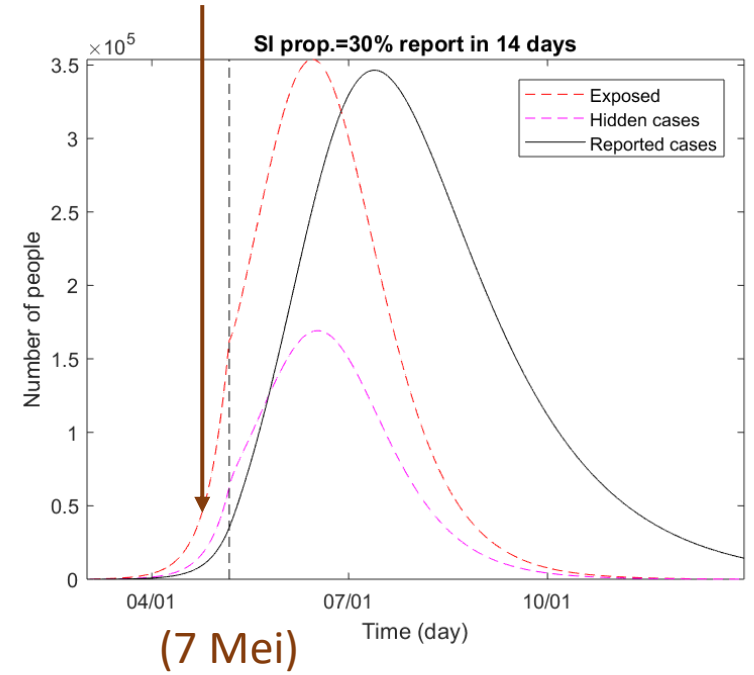
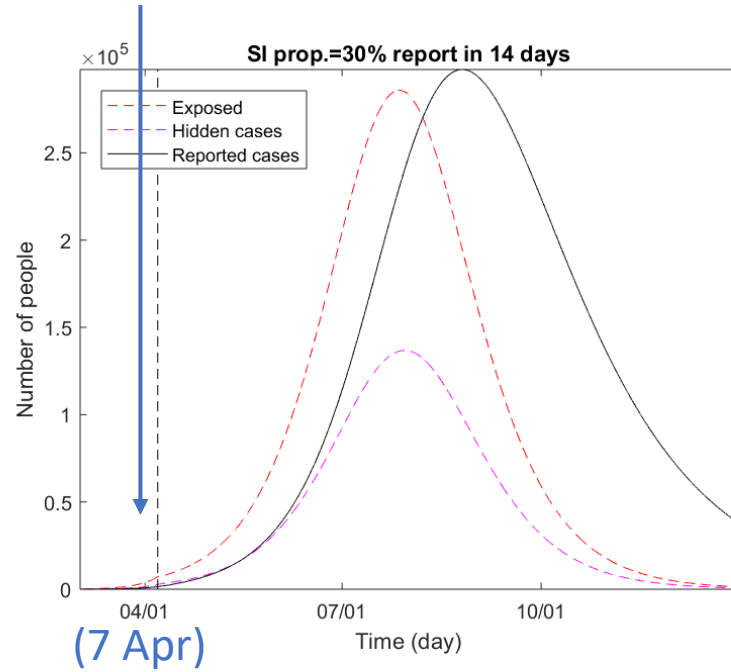
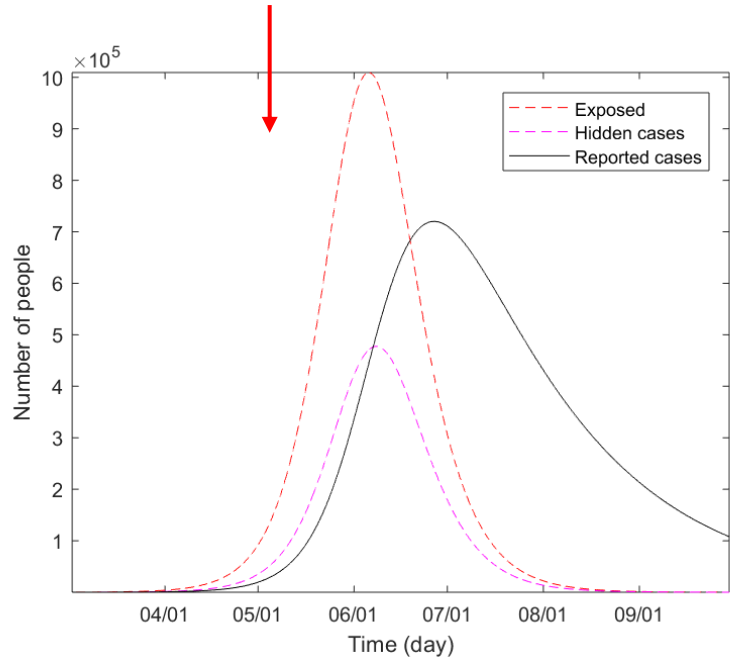
Tabulasi perbandingan strategi **tanpa intervensi**, **mitigasi** dan **supresi**

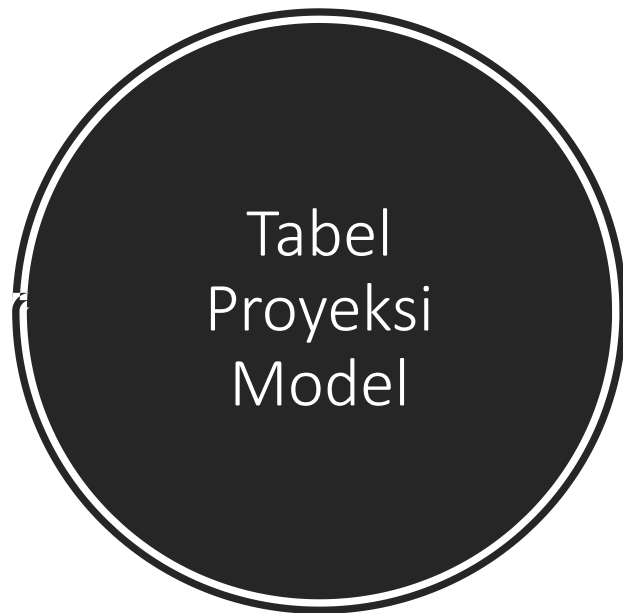
Strategi	Tanpa intervensi	Mitigasi (mulai 15/03/2020)	Supresi (jika mulai 12/04/2020)
Jumlah kematian	2,6 juta	1,2 juta	120 ribu
Durasi epidemi sejak intervensi	4-5 bulan	10-13 bulan	6-7 bulan
Puncak kasus aktif	55 juta (tengah Mei 2020)	5,5 juta (awal Juli 2020)	1,6 juta (akhir April – awal Mei 2020)
Puncak kebutuhan ICU	6 juta	600 ribu	180 ribu
Catatan	Terbentuk imunitas kelompok, sehingga gelombang kedua tidak terjadi	Terbentuk imunitas kelompok, sehingga gelombang kedua tidak terjadi	Ada kemungkinan terjadi gelombang kedua , ketiga, dan seterusnya

Model proyeksi untuk Jakarta dengan menggunakan SEIQRD



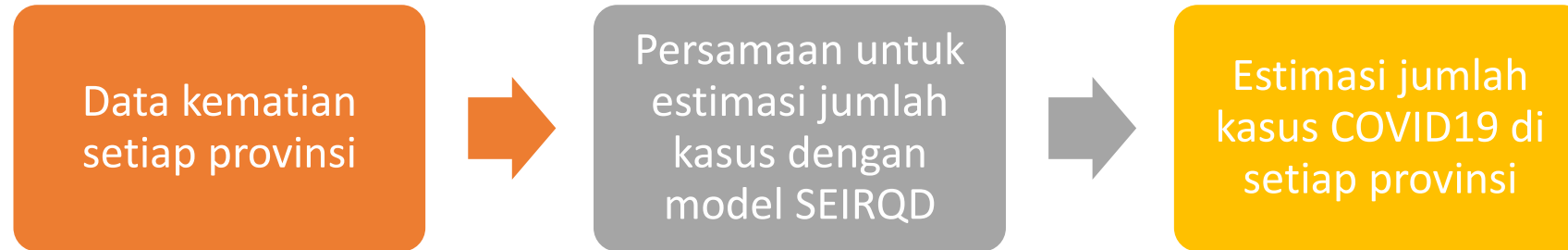
Tanpa intervensi dan intervensi *social distancing* dengan perbedaan waktu intervensi nilai $R_0 > 1$





N=10 Juta		Contact rate (100%-x) dan dilaporkan dalam 14 hari	
Tanggal mulai intervensi	Keterangan	x=30% (R0>1)	x=50% (R0<1)
07 April 2020	Puncak kasus	Akhir Agustus	Awal Juli
	Kasus dikonfirmasi	872346	46425
	Sembuh	330589	16568
	Meninggal	504758	25297
7 Mei 2020	Puncak kasus	Awal Juli	Akhir Juni
	Kasus dikonfirmasi	914983	355575
	Sembuh	356620	138439
	Meninggal	544504	211375
28 Mei 2020	Puncak kasus	Akhir Juni	Pertengahan Juni
	Kasus dikonfirmasi	1093583	858521
	Sembuh	429022	337188
	Meninggal	655051	514835

Tingkat urgensi COVID19 di provinsi-provinsi Indonesia



Dari estimasi menggunakan model SEIRQD, dari 1 kematian dapat diperkirakan ada sekitar **385 kasus** (86% CI: 89 – 681 kasus).

Catatan:

- Studi hanya terbatas untuk provinsi dengan jumlah kematian yang lebih dari nol
- Model valid jika sebagian besar pasien yang meninggal tidak berpindah provinsi selama 2 minggu

Hasil

Tabel estimasi kepadatan kasus COVID19 tiap
100.000 penduduk (31 Maret 2020)

Provinsi	Jumlah kematian	Kasus / 100.000 populasi	(86% CI*)
DKI Jakarta	83	315	72 – 557
Papua barat	1	44	10 – 78
DI Yogyakarta	2	21	5 – 37
Bengkulu	1	21	5 – 37
Kepulauan Riau	1	20	5 – 35
Bali	2	19	4 – 34
Jawa Barat	21	17	4 – 30
Kalimantan Barat	2	16	4 – 28
Banten	4	13	3 – 23
Sumatera Selatan	2	10	2 – 18

*CI = a **credible interval**

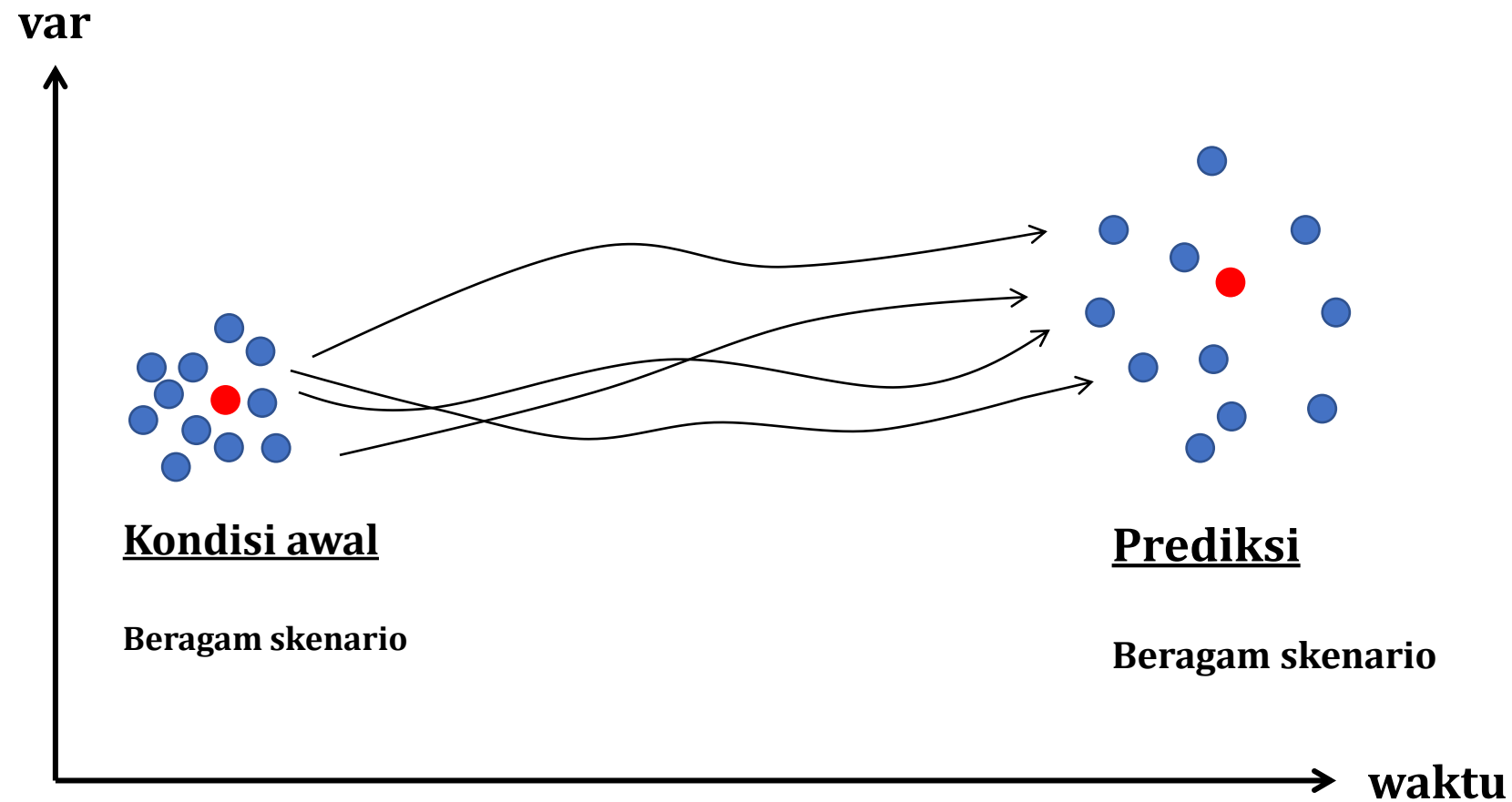
Hasil

Tabel estimasi persentase kasus yang tidak terdeteksi di setiap provinsi (31/03/2020)

Provinsi	Jumlah kematian	Kasus terkonfirmasi	Estimasi total kasus (86% CI*)	Persentase terdeteksi (86% CI*)
Bengkulu	1	1	385 (89-681)	0.26% (0.06% – 0.46%)
Papua barat	1	2	385 (89-681)	0.52% (0.12% - 0.92%)
Sumatera Selatan	2	5	770 (177-1362)	0.65% (0.15% - 1.2%)
Kalimantan Barat	2	9	770 (177-1362)	1.2% (0.28% - 2.1%)
Kepulauan Riau	1	7	385 (89-681)	1.8% (0.41% - 3.2%)
DKI Jakarta	83	747	32000 (7370-56600)	2.3% (0.53% - 4.1%)
Jawa Barat	21	198	8090 (1860-14300)	2.4% (0.55% - 4.2%)
Bali	2	19	770 (177-1362)	2.5% (0.58% - 4.4%)
DI Yogyakarta	2	23	770 (177-1362)	3.0% (0.69% - 5.3%)
Jawa Timur	8	93	3080 (709-5450)	3.0% (0.69% - 5.3%)

*CI = credible interval

Ensemble prediction - ilustrasi



Courtesy of Ardhasena S, PhD

Kesimpulan

- **Jakarta** memiliki kepadatan kasus COVID19 tertinggi di Indonesia, dengan 315 kasus (86% CI: 72-557) untuk setiap 100.000 populasi.
- Kepadatan kasus COVID19 di Jakarta **jauh melebihi provinsi lain** yang hanya berkisar di bawah 50 kasus / 100.000 populasi.
- Sebagian besar provinsi dengan **kepadatan kasus COVID19** tertinggi dan **rasio kasus tak terdeteksi** terletak di luar Jawa:
 - Bengkulu, Papua Barat, Sumatera Selatan, Kalimantan Barat, Kepulauan Riau, dan Bali
- Upaya *social distancing* saja tidak mengakibatkan parameter *Ro* kurang dari satu, yang merupakan indikator epidemiologi terjadinya endemi atau tidak di suatu wilayah, untuk bisa menghasilkan nilai *Ro* yang kurang dari satu diperlukan upaya lebih, misalnya karantina wilayah.
- Makin lambat penerapan kebijakan maka akibatnya puncak endemi akan semakin tinggi.
- Dalam menerapkan karantina wilayah, kecepatan identifikasi hasil *rapid test* akan menentukan kecepatan tercapainya puncak sekaligus penurunan kasus.

“Fungsi paling **esensial** dari suatu model matematika epidemiologi adalah sebagai **alat** untuk mensimulasikan suatu strategi, juga merupakan cara untuk melihat **potensi kondisi** yang terjadi di **masa** yang akan **datang** dan bagaimana hal itu **berubah** akibat pilihan/**tindakan** yang kita buat **hari ini**”

Don't Believe the COVID-19 Models
That's not what they're for.
[Zeynep Tufekci](#), *The Atlantic*, April 2, 2020

Referensi:

1. AJ. Kucharski et al. "Early dynamics of transmission and control of COVID-19: a mathematical modelling study." *The Lancet Infectious Diseases* (2020).
2. B. Tang et al. "The effectiveness of quarantine and isolation determine the trend of the COVID-19 epidemics in the final phase of the current outbreak in China." *International Journal of Infectious Diseases* (2020).
3. T. Pueyo, "Coronavirus: Why You Must Act Now." *Politicians, community leaders and business leaders: what should you do and when* (2020).
4. TW Russell et al. " Using a delay-adjusted case fatality ratio to estimate under-reporting ", CMMID Repository (2020).
5. <https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/medicine/mrc-gida/2020-03-30-COVID19-Report-13.pdf>
6. https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/69/wr/mm6912e2.htm?s_cid=mm6912e2_w

Anggota tim:

ITB:

Dr. Nuning Nuraini
Prof. Edy Soewono
Muhammad Fakhruddin M.Si
Dr. Rudy Kusdiantara
Kamal Khairudin S
Dila Puspita M.Si
Dr. M. Apri

UNPAD:

Dr. dr. Panji Hadisoemarto

UGM:

Dr Nanang Susyanto

LN:

Prof Hadi Susanto (Essex & Khalifa Uni)
Asst Prof Agus Hasan (Uni of Southern Denmark)
Dr M. Firmansyah Kasim (Oxford Uni)

ITS:

Dr Endah Rokhmati
Venansius Ryan SSi
Hengky Kurniawan
Amirul Hakam

UB:

Prof Agus Suryanto

Undana:

Dr. Meksianis Ndii