



**INDEMIC**  
Indonesia Infectious Disease  
Modelling Community



**Sparkle**

A program supported by the Australian Government  
and implemented by the Doherty Institute



# Pengantar Pemodelan Penyakit Menular

**Prof. HASMI, SKM, M.Kes.**

# Outline

- Tujuan Workshop
- Pengantar Pemodelan Penyakit Menular
- Teori pemodelan penyakit menular
- Kelebihan Pemodelan
- Penyakit Menular Perlu Pemodelan
- Kesimpulan

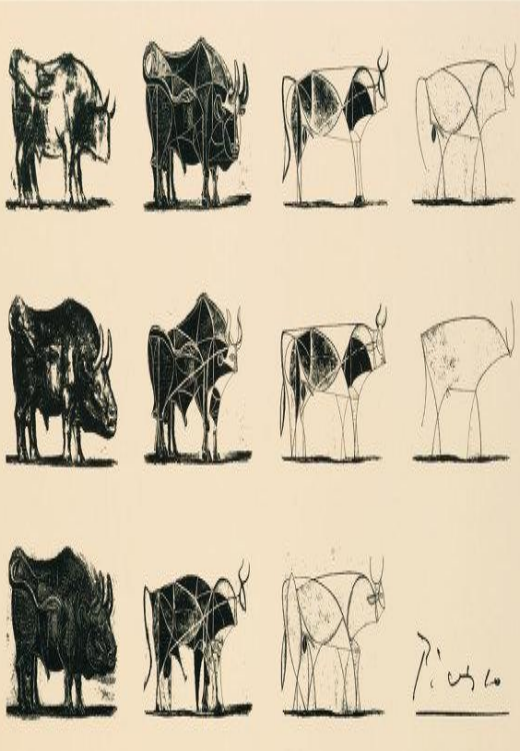
# Mengapa kita ada di *workshop* ini?

- Memahami **konsep-konsep dasar pemodelan** matematika untuk penyakit infeksi
- Memahami **mengapa** pemodelan itu penting
- Mengidentifikasi **sumber dan jenis data** epidemiologi yang dibutuhkan untuk membangun model
- Memahami dan mengetahui **prioritas pengumpulan data** (dari perspektif pemodelan)
- Mengevaluasi **efektivitas intervensi kesehatan masyarakat** melalui pemodelan (misalnya vaksinasi, karantina, pengendalian vektor).
- Eksplorasi contoh **skenario** yang dapat dibantu oleh pemodelan
- **Mengintegrasikan hasil pemodelan** ke dalam rekomendasi kebijakan berbasis bukti.

# Mengapa perlu pemodelan penyakit infeksi?

- Penyakit infeksi terus **menimbulkan kerugian besar** baik secara global, di Indonesia secara umum, dan khususnya di Papua;
- **Data lapangan terbatas**, namun pemodelan memungkinkan kita mengisi kesenjangan data dengan estimasi berbasis sains, sehingga kebijakan tetap berbasis bukti.
- Model bisa **membantu mengevaluasi dampak** intervensi
- **Efisiensi sumber daya**: pemodelan membantu mengoptimalkan distribusi sumber daya (obat, tenaga kesehatan, alat diagnostik, intervensi) agar tepat sasaran

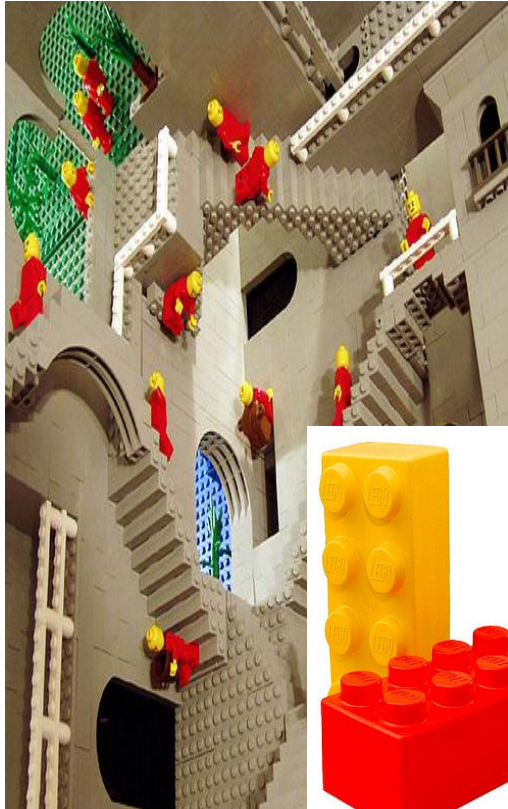
# Model adalah penyederhanaan



Mengapa disebut penyederhanaan?

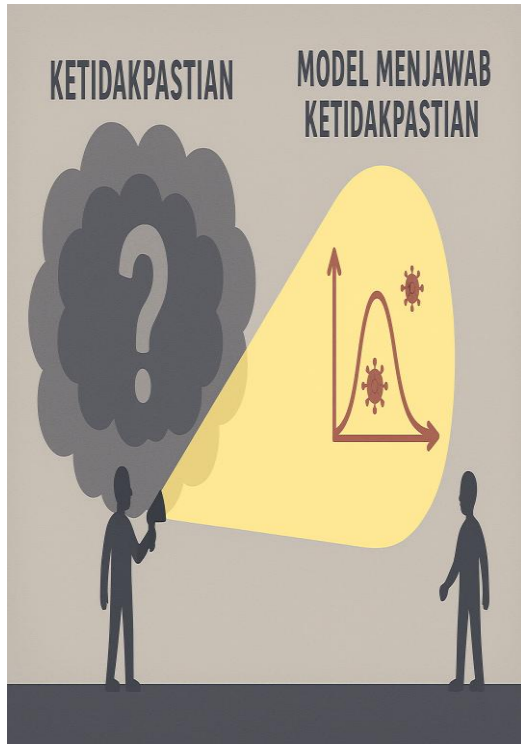
- Dunia nyata penuh **variabel**: kondisi sosial, ekonomi, iklim, perilaku manusia, dan faktor biologis semuanya **memengaruhi penyebaran penyakit**
- Model **memilih variabel yang paling penting** dan mengabaikan yang kurang relevan **untuk tujuan tertentu**
- Tujuannya bukan membuat replika sempurna, tapi **alat bantu berpikir** dan **pengambil keputusan**

# Model adalah blok-blok bangunan



- Disebut **blok-blok bangunan** karena setiap model adalah bagian dasar yang dapat disusun, dikombinasikan, atau dimodifikasi untuk membangun pemahaman yang lebih kompleks tentang suatu fenomena.
- Seperti **balok Lego**: satu balok sederhana tidak menggambarkan seluruh bentuk, tapi jika digabungkan dengan balok lain, kita bisa membangun bentuk yang lebih besar dan detail.
- Dalam pemodelan penyakit, kita bisa mulai dari model SIR sederhana, lalu menambahkan *blok* lain seperti:
  - Faktor umur (SIR dengan stratifikasi umur)
  - Faktor geografis (SIR spasial)
  - Vaksinasi (SIRV)
  - Vektor nyamuk (SIR + model vektor)

# Model membantu mengungkap ketidakpastian



Di epidemiologi penyakit infeksi, ketidakpastian bisa muncul karena:

- Data yang tidak lengkap atau terlambat
- Variasi perilaku manusia
- Faktor biologis dan lingkungan yang berubah-ubah
- Intervensi belum tentu tepat waktu atau tepat sasaran

Namun pemodelan bisa mengungkap itu dengan:

1. Membuat **proyeksi dengan asumsi berbeda** (*scenario*).  
Contoh: memodelkan 3 skenario COVID-19 di Papua:
  - a. vaksinasi cepat → puncak kasus rendah.
  - b. vaksinasi sedang → puncak kasus sedang.
  - c. Skenario pesimis: vaksinasi lambat → puncak kasus tinggi.
2. Memberi **rentang prediksi**, bukan angka tunggal  
Misalnya: Bukan akan ada 500 kasus tapi “antara 400–600”
1. **Mengidentifikasi faktor** yang paling memengaruhi hasil  
Misalnya: tingkat kontak antar individu adalah faktor yang paling menentukan, sehingga kebijakan bisa fokus pada pengurangan kontak.

# Mengapa penyakit infeksi butuh dimodelkan secara khusus?

- Penyebaran penyakit infeksi tidak independen tapi tiap kasus saling mempengaruhi, sehingga tidak bisa dimodelkan hanya dengan statistik sederhana
- Pada penyakit infeksi, vaksin memiliki efek langsung dan tidak langsung (kekebalan kelompok atau *herd immunity*)
- Efek intervensi secara keseluruhan mungkin tidak dapat diprediksi karena sifatnya non-linear

Untuk mengungkap hubungan yang kompleks ini, diperlukan analisis dengan pemodelan matematika yang mencakup biologi penyakit dan perilaku manusia

# Apa yang dilakukan oleh model matematika?

- Pemodelan selalu **mempertimbangkan mekanisme** (misalnya cara virus menular, masa inkubasi, pola kontak), bukan hanya melihat asosiasi
- Model akan lebih akurat dan bisa digunakan untuk kebijakan
- Memanfaatkan berbagai sumber informasi dari biologi, studi observasi dan uji klinis (*parameter* model)
- Mempertimbangkan perbedaan yang relevan antara populasi seperti umur, kebiasaan, lingkungan dll.
- Memungkinkan sintesis yang kaya dari semua bukti yang tersedia

# Kesimpulan

Pemodelan perlu dan penting karena :

- Mencoba merepresentasikan realitas yang berguna untuk memahami penyebaran penyakit infeksi
- Dapat memahami mekanisme kejadian penyakit dengan lebih baik (bisa menunjukkan berapa banyak orang yang rentan, terinfeksi, dan sembuh dari waktu ke waktu)
- Pemodelan dapat memprediksi apa yang akan terjadi selanjutnya (dengan pertimbangan asumsi)
- Pemodelan sebagai eksperimen pemikiran yang pada dasarnya bertujuan untuk mengeksplorasi “skenario: bagaimana-jika (*what-if?*)”

Sekian dan  
terima kasih

Prof. HASMI, SKM,  
M.Kes.  
UNIVERSITAS  
CENDERAWASIH

