

SIMULASI MONTE CARLO

INTRODUCTION TO COMPUTATIONAL MODELLING

Ikang Fadhli

Nutrifood Indonesia

26 November 2021

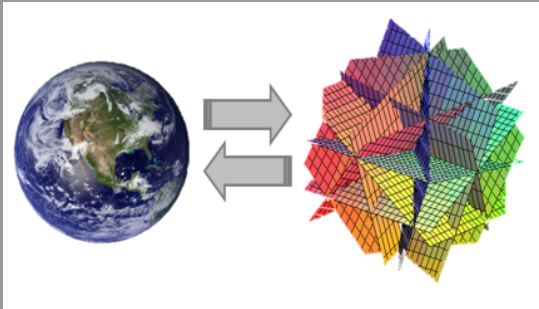
MODELLING

SIMULASI

USE CASES I

MODELLING

Model



A model is a tool to help us understand the complexities of the universe, and never a substitute for the universe itself. Nate Silver.

Mencari Solusi Model

Suatu permasalahan bisa dituliskan menjadi model matematis (termasuk statistik). Biasanya *goals* dari model tersebut adalah untuk:

1. Mencari akar (*roots*).
2. Memaksimalkan atau meminimalkan (*optimize*).

Mencari Solusi Model

Untuk menyelesaikan dan mencari solusi dari suatu model, setidaknya ada dua pendekatan yang bisa dilakukan:

1. Metode *exact*: menggunakan prinsip matematika (kalkulus dan aljabar) untuk mencari solusi.
 - ▶ *Advantages*: **pasti memberikan solusi terbaik.**
 - ▶ *Disadvantages*: Lama dan tidak semua masalah di dunia bisa dicari solusi eksaknya.
2. Metode *numeric*: menggunakan aproksimasi dengan prinsip-prinsip komputasi (*conditional*, *looping*, dan *sequence*).
 - ▶ *Advantages*: **belum tentu memberikan solusi terbaik.**
 - ▶ *Disadvantages*: Relatif cepat dan bisa untuk semua masalah.

Mencari Solusi Model (lanjutan)

Sebenarnya ada satu lagi pendekatan yang bisa dilakukan, yakni:

Metode *heuristic*: menggunakan aproksimasi dengan prinsip komputasi **namun** cara kerjanya terinspirasi dari kejadian-kejadian alam yang bersifat acak.

- ▶ *Advantages*: **belum tentu memberikan solusi terbaik.**
- ▶ *Disadvantages*: Relatif cepat. Apakah bisa untuk semua masalah? *No free lunch theorem.*

Contoh Metode *Heuristic*

- ▶ *Artificial bee colony (ABC) algorithm*. Terinspirasi dari koloni lebah yang selalu berkumpul mencari madu. Lebah akan dibagi menjadi lebah pekerja dan lebah *scout*.
- ▶ *Simulated annealing algorithm*. Terinspirasi dari pendinginan metal yang dilebur. Pada metode ini, kita akan menggunakan istilah temperatur, cooling rate, dan epoch.
- ▶ *Spiral optimization algorithm*. Terinspirasi dari bentuk-bentuk spiral yang ada di alam (orbit planet, kerang, dll). Pada metode ini, kita akan menggunakan istilah rotasi dan kontraksi.
- ▶ *Genetic algorithm*. Terinspirasi dari mutasi DNA akibat perkawinan silang. Pada metode ini, kita akan menggunakan istilah populasi, kromosom, gen, allele, genotype, fenotype, dll.

Metode *Heuristic*

Saya akan bahas di tahun depan.

SIMULASI

Definition

- ▶ *Simulation is the operation of a model, which is a representation of that system.*
- ▶ *A simulation uses a model to emulate the dynamic characteristics of a system.*
- ▶ *The operation of the model can be studied, and then properties concerning the behavior of the actual system can be inferred.*

Dalam Bahasa Manusia

Kita mungkin tidak bisa memiliki data dari suatu sistem. Namun jika kita tahu sifat-sifat dan karakteristik dari sistem tersebut, kita bisa membuat model yang bekerja layaknya sistem tersebut.

- ▶ *Mathematicians* → tidak selalu membutuhkan data.
- ▶ *Statisticians* → membutuhkan data.

Monte Carlo



Diambil dari suatu nama daerah di Monaco yang memiliki banyak kasino dan tempat perjudian.

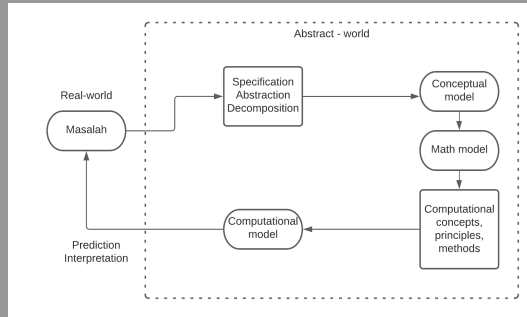
Simulasi Monte Carlo

Prinsip

*Melakukan sebanyak-banyaknya pengulangan model **secara acak** untuk mencapai kondisi di mana law of large number terpenuhi.*



Flow chart



Further reading

Simulasi Monte Carlo

Advantages

1. Tidak perlu menuliskan dan menurunkan formulasi matematika dari permasalahan.
2. Cukup menuliskan algoritma *random number generator* sesuai kebutuhan.
3. Bisa digunakan untuk berbagai macam masalah *real*.

Disdvantages

1. Untuk permasalahan yang kompleks, butuh waktu yang lebih lama.
2. Tidak ada jaminan solusi yang didapatkan adalah yang paling optimal.

USE CASES I

Monty Hall Problem



Monty Hall Problem

Tirai 1



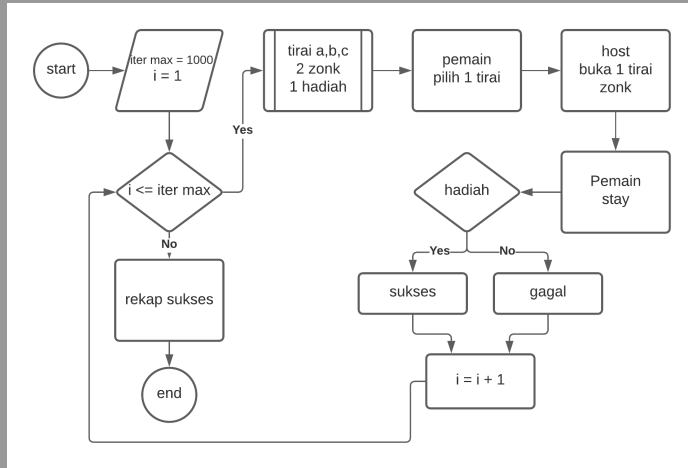
Tirai 2



Tirai 3



Flowchart Simulasi Monte Carlo untuk *Monty Hall*



Hasil Simulasi Monte Carlo untuk *Monty Hall*

