

# Tugas Besar 2

## MK Dasar Pemodelan dan Simulasi (CSH3H2)

### Model Lalu Lintas Nagel-Schreckenberg

April 16, 2019

## Penjelasan Model

Suatu model lalu lintas dapat dibangun untuk mengetahui dan memprediksi kondisi lalu lintas berdasarkan parameter-parameter tertentu. Salah satu model yang dapat digunakan untuk memodelkan kondisi lalu lintas adalah model Nagel-Schreckenberg. Pada model ini, kendaraan akan melaju pada setiap iterasi waktu dengan mengikuti 4 tahap berikut:

1. Kecepatan ( $v$ ) kendaraan akan bertambah 1 unit bila kecepatan masih di bawah kecepatan maksimum yang diperbolehkan ( $v_{max}$ ).
2. Jarak ( $d$ ) suatu kendaraan dihitung dan dibandingkan dengan kecepatan. Apabila kecepatan lebih besar atau sama dengan jarak ( $v \geq d$ ), maka kecepatan akan dikurangi menjadi  $(d - 1)$  untuk menghindari tabrakan.
3. Jika nilai kecepatan positif, maka kecepatan akan berkurang 1 unit dengan probabilitas  $p$ .
4. Kendaraan akan melaju sejauh  $v$  hingga akhir iterasi.

Selama iterasi, keempat langkah tersebut dilakukan untuk seluruh kendaraan secara paralel.

Untuk menyederhanakan kasus, kita dapat mengasumsikan sistem lalu lintas sebagai suatu lintasan siklik, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Pada lintasan tersebut, kendaraan dapat kembali ke posisi awal setelah menyelesaikan satu kali putaran. Terkait kondisi ini, kita dapat menyederhanakan lintasan tersebut menjadi suatu lintasan lurus dengan memberlakukan konsep *periodic boundary condition* (Gambar 2). Pada konsep ini, kendaraan dengan posisi yang melebihi batas maksimum lintasan akan kembali ke posisi awal.

Berdasarkan aturan yang berlaku pada model lalu lintas Nagel-Schreckenberg, maka kita bisa menyederhanakan algoritmanya sebagai berikut:

1. Definisikan posisi  $x \in \{0, 1, \dots, M - 1\}$  untuk masing-masing kendaraan, dimana  $M$  adalah batas maksimum lintasan.
2. Definisikan waktu simulasi  $t \in \{0, 1, \dots, t_{max}\}$ , dengan  $dt = 1$ .
3. Definisikan nilai kecepatan maksimum ( $v_{max}$ ).
4. Selama simulasi berlangsung ( $t \leq t_{max}$ ), lakukan:

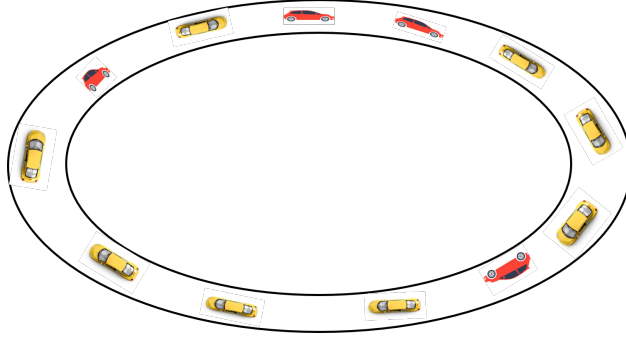


Figure 1: Lintasan siklik.

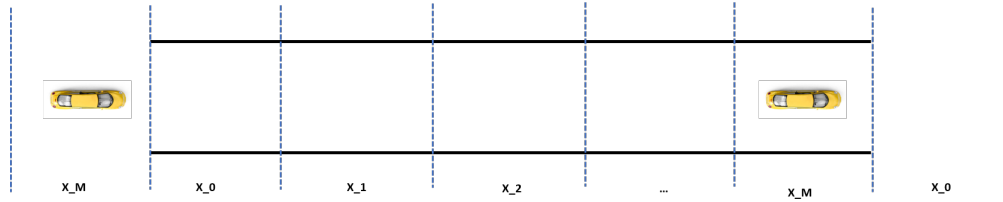


Figure 2: Lintasan lurus dengan *periodic boundary condition* (PBC).

- Update kecepatan masing-masing kendaraan dengan mengikuti aturan berikut secara sekuensial:  
 $v \leftarrow \min(v + 1, v_{max})$   
 $v \leftarrow \min(v, d - 1)$ , dimana  $d$  adalah jarak kendaraan dengan kendaraan di depannya.  
 $v \leftarrow \max(0, v - 1)$ , dengan probabilitas  $p$ .
- Update posisi  
 $x \leftarrow x + v$
- Cek kondisi batas (PBC)  
 jika  $x \geq M$ , maka  $x \leftarrow x - M$

## Tugas

Buatlah kode program untuk mensimulasikan lalu lintas dengan menggunakan model Nagel-Schreckenberg dengan menggunakan parameter  $M = 100$ ,  $p = 0.3$ ,  $v_0 = 0$ , jumlah kendaraan  $N = 10$ ,  $t_{max} = 100$ ,  $v_{max} = 5$ . Berdasarkan hasil perhitungan program:

1. Buatlah visualisasi yang menunjukkan pergerakan kendaraan selama simulasi.
2. Hitunglah kepadatan per satuan waktu pada waktu interval  $[x_{80}, x_{90}]$ .
3. Hitunglah waktu rata-rata suatu kendaraan kembali ke posisi awalnya.

## Bonus

Model Nagel-Schreckenberg Model dapat dikembangkan untuk kasus lebih dari satu jalur kendaraan. Untuk informasi lebih lengkap, silahkan baca artikel pada tautan berikut. Bagi kelompok yang

dapat menyelesaikan persoalan untuk kasus satu jalur, seperti yang telah digambarkan diatas, kemudian dapat menginterpretasikan model sistem untuk dua jalur, akan diapresiasi nilai bonus.

## **Aturan dan Penilaian**

- Tidak ada pembatasan jenis bahasa pemrograman yang boleh digunakan pada pengerjaan tugas ini.
- Batas akhir pengerjaan tugas adalah pekan ke-14.
- Pengerjaan tugas dilakukan secara berkelompok dengan jumlah anggota maksimal 3 orang.
- Penilaian tugas dilakukan pada saat presentasi kelompok, dimana waktu presentasi akan ditentukan oleh dosen MK.
- Aspek penilaian dari tugas ini adalah:
  - Tingkat kesulitan simulasi (30%)
  - Ketepatan algoritma (20%)
  - Keberhasilan simulasi (20%)
  - Pemaparan hasil dan analisis (30%)