



# Pengenalan Rekursi

Tim Olimpiade Komputer Indonesia

# Pendahuluan

Melalui dokumen ini, kalian akan:

- Memahami konsep rekursi.
- Mempelajari rekursi sederhana.



# Pengenalan Rekursi

- Rekursi adalah keadaan yang mana sebuah fungsi menyelesaikan sebuah permasalahan dengan cara memanggil diri sendiri secara berulang kali.
- Jika masalah sudah cukup kecil, maka fungsi rekursi dapat langsung menghasilkan jawaban.
- Jika masalah terlalu besar, maka fungsi akan memanggil diri sendiri dengan cakupan masalah yang lebih kecil.



# Mengapa Perlu Ada Rekursi

- Banyak permasalahan yang lebih mudah diselesaikan (dan pendek kodenya) jika menggunakan pendekatan rekursif.
- Pada dasarnya, strategi iteratif (misalnya dengan *for loop*) dan rekursif sama-sama melakukan sesuatu yang berulang-ulang.
- Namun, terkadang solusi iteratif untuk suatu masalah sangat sulit untuk dipikirkan dan memerlukan teknik khusus.
- Dengan solusi rekursif, mungkin saja lebih mudah untuk melihat dan merancang alur penyelesaiannya.



# Strategi Rekursif

Terdapat dua hal yang perlu dipikirkan ketika menggunakan strategi rekursif:

- *Base case*  
Apa kasus paling sederhana dari permasalahan ini?
- *Recurrence relation*  
Bagaimana hubungan rekursif dari persoalan ini dengan persoalan serupa yang lebih kecil?



## Contoh Soal: Faktorial

Deskripsi:

- Pak Dengklek baru mempelajari konsep matematika baru, yaitu faktorial.
- Operasi faktorial pada  $N$ , atau ditulis dengan notasi  $N!$ , adalah operasi mengalikan bilangan dari 1 sampai dengan  $N$ .
- Contoh: Jika  $N = 4$ , maka  $4! = 1 \times 2 \times 3 \times 4 = 24$
- Diberikan  $N$ , bantu Pak Dengklek mencari hasil  $N!$



## Contoh Soal: Faktorial (lanj.)

Format masukan:

- Sebuah baris berisi sebuah bilangan  $N$

Format keluaran:

- Sebuah baris berisi hasil  $N!$

Batasan:

- $1 \leq N \leq 10$



# Solusi

- Ide 1:
  - Cukup gunakan *for loop* biasa
  - Solusi ini bekerja secara iteratif.
- Ide 2: Rekursi



## Contoh Solusi Iteratif

Implementasi solusi secara iteratif cukup sederhana:

---

```
function faktorial(x: longint): longint;
var
  jawaban: longint;
begin
  jawaban := 1;
  for i := 1 to x do begin
    jawaban := jawaban * i;
  end;

  faktorial := jawaban;
end;
```

---



# Solusi Rekursif

## *Base Case*

- Pada batasan soal, nilai  $N$  berkisar antara 1 sampai dengan 10.
- Dari batasan tersebut, kasus terkecilnya adalah  $N = 1$ .
- Jadi  $N = 1$  adalah *base case*, dan memang jelas diketahui bahwa  $1! = 1$ .



## Solusi Rekursif (lanj.)

### *Recurrence Relation*

- Bagaimana jika  $N > 1$ ?
- Untuk mencari  $N!$ , kita bisa mencari  $(N - 1)!$  dan mengalikannya dengan  $N$ .
- Jadi persoalan mencari  $N!$  bisa diselesaikan dengan mudah jika diketahui  $(N - 1)!$ .
- Dengan observasi ini, kita mengetahui hubungan rekursif dari  $N!$ .



## Contoh Solusi: faktorial\_rekursif.pas

Berikut implementasi pencarian faktorial secara rekursif:

---

```
function faktorial(x: longint): longint;  
begin  
  if (x = 1) then begin  
    faktorial := 1  
  end else begin  
    faktorial := x * faktorial(x-1);  
  end;  
end;
```

---



## Contoh Solusi: faktorial\_rekursif.pas (lanj.)

Pemanggilan pada program utama bisa dilakukan seperti memanggil fungsi biasa:

---

...

```
begin  
  writeln('4! = ', faktorial(4));  
end.
```

---



## Contoh Eksekusi Fungsi

- Pada awalnya, program utama dijalankan. Misalkan hendak dicari nilai 4!.

program utama



## Contoh Eksekusi Fungsi (lanj.)

faktorial(4)

program utama

- Dari program utama, dipanggil fungsi **faktorial(4)**.
- Pada saat ini, status program utama adalah "tidak aktif", dan akan "aktif" kembali setelah fungsi **faktorial(4)** selesai.



## Contoh Eksekusi Fungsi (lanj.)

faktorial(3)

faktorial(4)

program utama

- **faktorial(4)** mengeksekusi baris "faktorial := x \* faktorial(x-1)", yang pada kasus ini  $x = 4$ .
- Akibatnya, dipanggil fungsi **faktorial(3)**.
- Kini yang "aktif" adalah **faktorial(3)**.



## Contoh Eksekusi Fungsi (lanj.)

faktorial(2)

faktorial(3)

faktorial(4)

program utama

- Hal serupa terjadi untuk mencari nilai **faktorial(3)**.



## Contoh Eksekusi Fungsi (lanj.)

faktorial(1)

faktorial(2)

faktorial(3)

faktorial(4)

program utama

- Terjadi juga untuk mencari nilai **faktorial(2)**.



## Contoh Eksekusi Fungsi (lanj.)

faktorial(1)

faktorial(2)

faktorial(3)

faktorial(4)

program utama

- Pada saat ini, **faktorial(1)** tidak lagi melakukan pemanggilan rekursif, terhubung ditemui *base case*.
- Sebaliknya, langsung dikembalikan nilai 1 sebagai jawaban atas **faktorial(1)**.



## Contoh Eksekusi Fungsi (lanj.)

faktorial(2)

faktorial(3)

faktorial(4)

program utama

- **faktorial(1)** selesai, kini kembali ke **faktorial(2)**.
- Nilai **faktorial(2)** kini ditemukan, yaitu  $2 \times \mathbf{faktorial(1)}$ .
- Fungsi **faktorial(2)** mengembalikan nilai 2 ke pemanggilnya, lalu selesai.



## Contoh Eksekusi Fungsi (lanj.)

faktorial(3)

faktorial(4)

program utama

- Setelah menerima nilai kembalian **faktorial(2)**, **faktorial(3)** kembali aktif.
- Hasilnya dapat ditemukan, yaitu  $3 \times$  **faktorial(2)**.
- Fungsi **faktorial(3)** mengembalikan nilai 6 ke pemanggilnya, lalu selesai.



## Contoh Eksekusi Fungsi (lanj.)

faktorial(4)

program utama

- Kini **faktorial(4)** kembali aktif.
- Hasilnya dapat ditemukan, yaitu  $4 \times \mathbf{faktorial(3)}$ .
- Fungsi **faktorial(4)** mengembalikan nilai 24 ke pemanggilnya, lalu selesai.



## Contoh Eksekusi Fungsi (lanj.)

program utama

- Program utama yang memanggil **faktorial(4)** menerima nilai kembaliannya, yaitu 24.
- Program utama kembali menjalankan perintah-perintah berikutnya.



# Kompleksitas Solusi

- Baik secara iteratif maupun rekursif, kompleksitasnya adalah  $O(N)$ .
- Setiap pemanggilan rekursif membutuhkan alokasi memori, sehingga jika pemanggilannya semakin dalam, semakin banyak tambahan memori yang digunakan.
- Waktu untuk mengalokasikan memori juga menyebabkan solusi rekursif cenderung bekerja lebih lambat dibandingkan solusi iteratif.



# Materi Selanjutnya

- Pada pembelajaran ini, rekursi yang digunakan masih sangat sederhana.
- Bahkan belum terasa bahwa solusi rekursi lebih mudah dan pendek kodenya dibandingkan solusi iteratif.
- Pembelajaran selanjutnya tentang rekursi yang lebih kompleks akan menunjukkan hal tersebut.

