Pencarian

Tim Olimpiade Komputer Indonesia

Pendahuluan

Melalui dokumen ini, kalian akan:

- Mempelajari konsep algoritma sederhana.
- Memahami berbagai algoritma pencarian.

Pendahuluan (lanj.)

- Pencarian merupakan hal sederhana dan sering digunakan dalam pemrograman.
- Terdapat berbagai macam cara untuk melakukan pencarian.
- Membahas beberapa cara tersebut dapat memberikan gambaran bagaimana sebuah persoalan diselesaikan dengan berbagai algoritma.

Soal: Sepatu Untuk Bebek

Deskripsi:

- Kwek, salah satu bebek Pak Dengklek akan segera merayakan ulang tahunnya. Pak Dengklek akan memberikan Kwek hadiah ulang tahun berupa sepatu.
- Terdapat N sepatu di toko. Sepatu ke-i memiliki ukuran sebesar h_i.
- Pak Dengklek tahu bahwa ukuran kaki Kwek adalah sebuah bilangan bulat X.
- Karena N bisa jadi sangat besar, Pak Dengklek meminta bantuan kalian untuk mencari sepatu keberapa yang cocok dengan ukuran kaki Kwek.
- Bantulah dia!

Soal: Sepatu Untuk Bebek (lanj.)

Format masukan:

- Baris pertama berisi dua bilangan bulat, yaitu N dan X.
- Baris kedua berisi N bilangan bulat. Bilangan ke-i menyatakan h_i.

Format keluaran:

- Jika ada ukuran sepatu yang cocok, cetak sebuah baris yang menyatakan nomor sepatu yang cocok dengan ukuran kaki Kwek.
- Jika tidak ada ukuran sepatu yang cocok, cetak "beri hadiah lain".

Batasan:

- $1 \leq N \leq 100.000$
- $1 \leq X \leq 100.000$
- $1 \leq h_i \leq 100.000$, untuk $1 \leq i \leq N$

Solusi

- Kita dihadapkan pada persoalan pencarian: diberikan N angka. Cari apakah X ada di antara angka-angka tersebut.
- Jika ditemukan, cetak di urutan keberapa angka tersebut berada.
- Salah satu ide yang muncul adalah:
  - Periksa satu per satu dari sepatu pertama, kedua, ketiga, dan seterusnya.
  - Jika ditemukan, langsung laporkan.
  - Jika sampai akhir belum juga ditemukan, artinya angka yang dicari tidak ada pada daftar.

Contoh Solusi: cari_1.pas

Implementasinya cukup sederhana:

```
(* pencarian *)
hasil := 0; (* artinya belum ditemukan *)
for i := 1 to N do begin
  if (h[i] = X) then begin
    hasil := i;
    break;
  end;
end;

if (hasil = 0) then begin
  writeln('beri hadiah lain');
end else begin
  writeln(hasil);
end;
```

Solusi (lanj.)

- Algoritma pencarian dengan membandingkan elemen satu per satu semacam ini disebut dengan *sequential search* atau *linear search*.
- Jika ada N elemen pada daftar yang perlu dicari, maka paling banyak diperlukan N operasi perbandingan.
- Dalam kompleksitas waktu, performa algoritma *sequential search* bisa dinyatakan dalam $O(N)$.

Adakah yang Lebih Cepat?

- Misalkan terdapat 90.000 kata pada Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI).
- Bayangkan jika sesekali kita butuh mencari arti kata pada kamus, dan dengan *sequential search* perlu dilakukan paling banyak 90.000 operasi.
- Apakah kita sebagai manusia melakukan perbandingan sampai 90.000 kata?

Adakah yang Lebih Cepat? (lanj.)

- Pada kehidupan nyata, sebagai manusia kita tidak mencari kata satu per satu, halaman demi halaman, sampai 90.000 kata.
- Bahkan, kita dapat mencari arti suatu kata cukup dalam beberapa perbandingan, yang jauh lebih sedikit dari 90.000.
- Bagaimana hal ini bisa terjadi?

Properti Khusus: Terurut

- KBBI memiliki sebuah properti yang khusus, yaitu terurut berdasarkan abjad.
- Dengan cara ini, kita bisa membuka halaman tengah dari KBBI, lalu periksa apakah kata yang kita cari ada pada halaman tersebut.

Properti Khusus: Terurut (lanj.)

- Misalkan kata yang kita cari berawalan 'W', lalu halaman tengah hanya menunjukkan daftar kata dengan awalan 'G'. Jelas bahwa kata yang kita cari tidak mungkin berada di separuh pertama kamus.
- Ulangi hal serupa dengan separuh belakang kamus, buka bagian tengahnya dan bandingkan.
- Dengan cara ini, setiap perbandingan akan mengeleminasi separuh rentang pencarian!

Analisis Kinerja

- Misalkan terdapat sebuah daftar berisi N elemen, dan kita perlu mencari salah satu elemen.
- Banyaknya operasi maksimal yang dibutuhkan sampai suatu elemen bisa dipastikan keberadaannya sama dengan panjang dari barisan $[N, \frac{N}{2}, \frac{N}{4}, \frac{N}{8}, ..., 2, 1]$.
- Yakni sebesar $\lceil {}^2\log N \rceil$, sehingga kompleksitasnya $O(\log N)$.
- Pencarian seperti ini disebut dengan **binary search**.

Perbandingan dengan Sequential Search

Perhatikan tabel banyaknya operasi yang dibutuhkan untuk nilai N tertentu:

N	Sequential	Binary
50	50	6
100	100	7
150	150	8
200	200	8
250	250	8
300	300	9

Seperti yang terlihat, *binary search* jauh lebih cepat!
Bahkan untuk $N = 10^6$, *binary search* hanya butuh maksimal 20 operasi!

Implementasi (cari_2.pas)

Terdapat bermacam cara implementasi *binary search*. Salah satunya:

```
(* pencarian *)
hasil := 0; (* artinya belum ditemukan *)
kiri := 1;
kanan := N;
while ((kiri <= kanan) and (hasil = 0)) do begin
  tengah := (kiri + kanan) div 2;

  if (X < h[tengah]) then begin
    kanan := tengah - 1;
  end else if (X > h[tengah]) then begin
    kiri := tengah + 1;
  end else begin
    hasil := tengah;
  end;
end;
```

Implementasi (cari_2.pas) (lanj.)

```
if (hasil = 0) then begin
  writeln('beri hadiah lain');
end else begin
  writeln(hasil);
end;
```

Penjelasan Implementasi

- Variabel **kiri** dan **kanan** menyatakan bahwa rentang pencarian kita ada di antara [kiri, kanan]. Nilai X *mungkin* ada di dalam sana.
- Kita mengambil nilai tengah dari kiri dan kanan, lalu periksa apakah X sama dengan h[tengah].
- Jika ternyata X kurang dari h[tengah], artinya X tidak mungkin berada pada rentang [tengah, kanan].
- Dengan demikian, rentang pencarian kita yang baru adalah [kiri, tengah-1].

Penjelasan Implementasi (lanj.)

- Hal yang serupa juga terjadi ketika X lebih dari h[tengah], rentang pencarian kita menjadi [tengah+1, kanan].
- Tentu saja jika X sama dengan h[tengah], catat posisinya dan pencarian berakhir.
- Untuk kasus X tidak ditemukan, pencarian akan terus dilakukan sampai **kiri** $>$ **kanan**, yang artinya rentang pencarian **sudah habis**.

Ilustrasi Eksekusi Algoritma

Misalkan hendak dicari bilangan 3 dari [1, 1, 3, 5, 5, 6, 7]

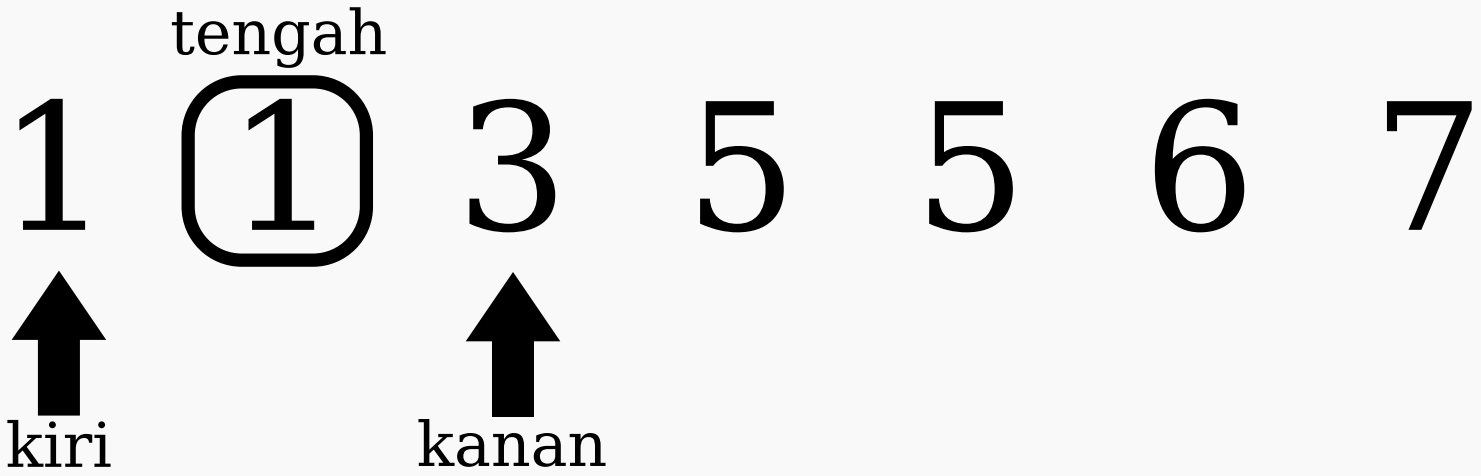
Ilustrasi Eksekusi Algoritma (lanj.)

Bilangan yang terletak di tengah adalah 5, yang lebih besar daripada 3. Artinya, jika bilangan 3 ada, pasti berada di antara *kiri* sampai dengan *tengah* $-$ 1.

Ilustrasi Eksekusi Algoritma (lanj.)

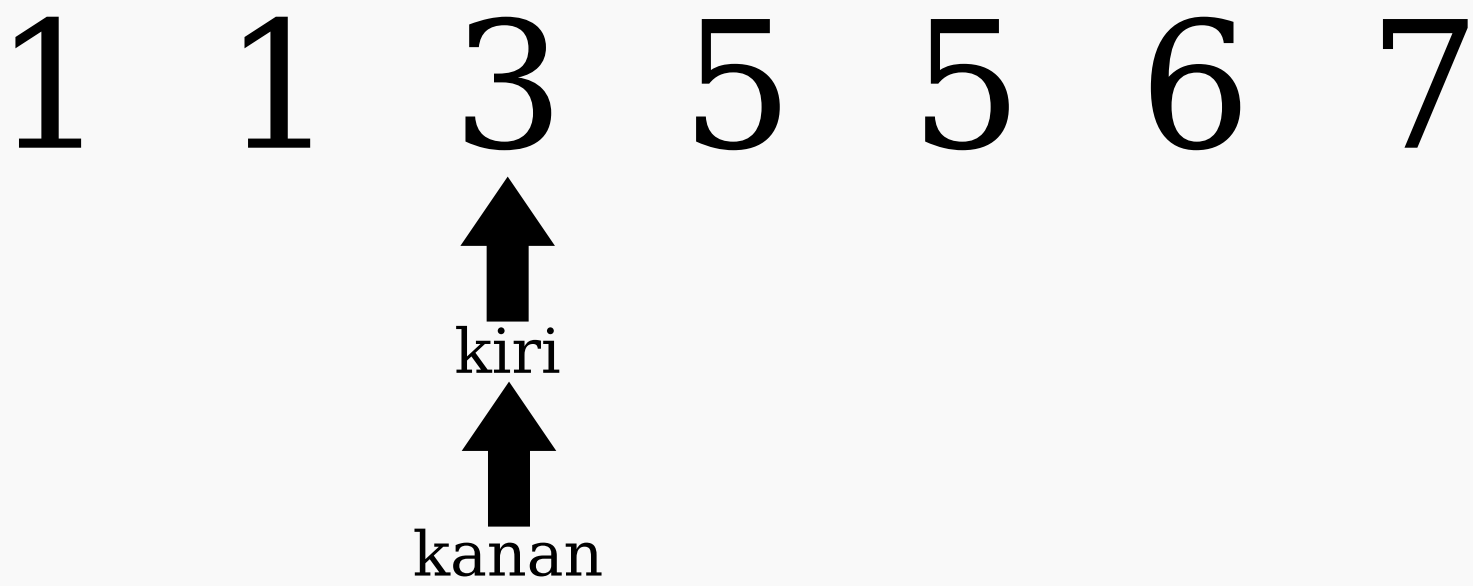
Sekarang rentang pencarian menjadi hanya separuh dari rentang awalnya.

Ilustrasi Eksekusi Algoritma (lanj.)



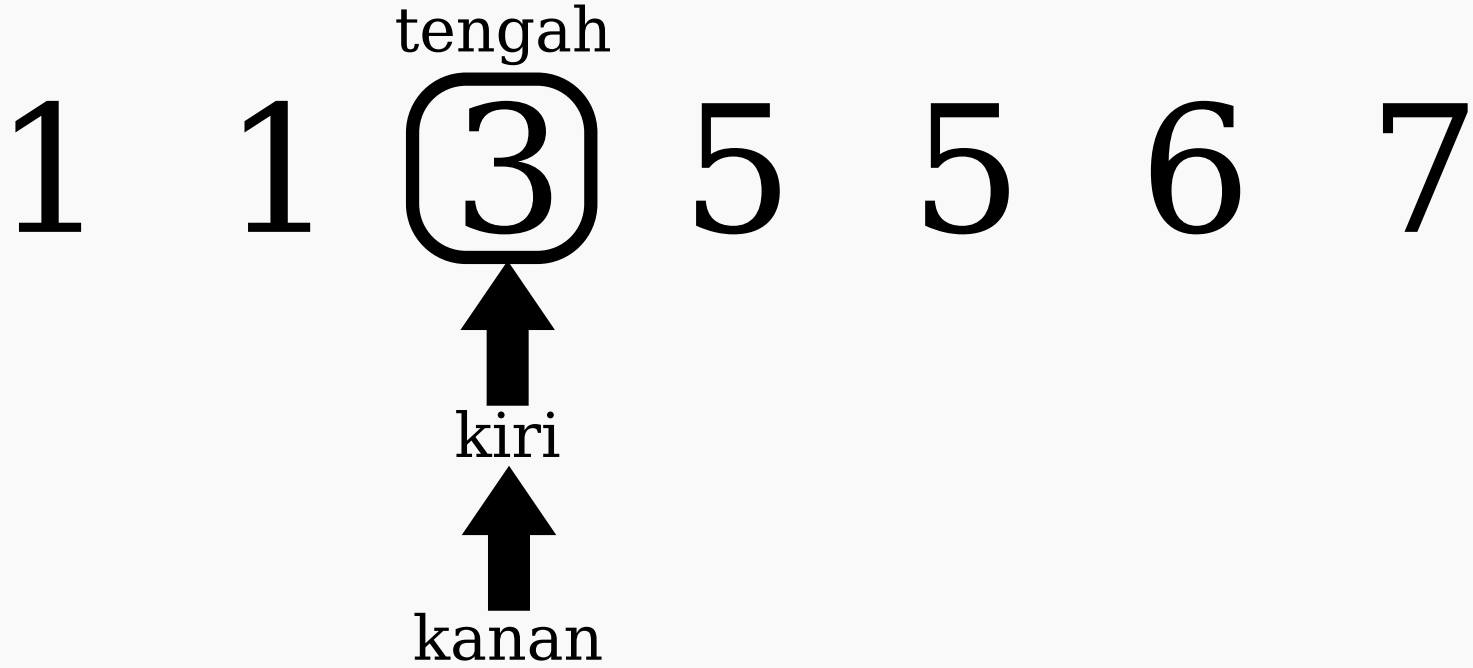
Bilangan yang terletak di tengah adalah 1, yang lebih kecil daripada 3. Artinya, jika bilangan 3 ada, pasti berada di antara *tengah* + 1 sampai dengan *kanan*.

Ilustrasi Eksekusi Algoritma (lanj.)



Kini rentang pencariannya menjadi tinggal satu elemen.

Ilustrasi Eksekusi Algoritma (lanj.)



Ternyata elemen di tengah adalah bilangan 3, yaitu bilangan yang dicari. Dengan demikian, bilangan 3 ditemukan.

Rangkuman

Sequential Search

- Data untuk pencarian tidak perlu terurut.
- Kompleksitasnya $O(N)$, dengan N adalah ukuran data.
- Baik diimplementasikan jika pencarian hanya dilakukan sesekali.

Binary Search

- Data untuk pencarian harus terurut.
- Kompleksitasnya $O(\log N)$, dengan N adalah ukuran data.
- Baik diimplementasikan jika pencarian perlu dilakukan berkali-kali.

Data Tidak Terurut?

- Bagaimana jika kita memiliki data yang sangat banyak, tidak terurut, dan butuh pencarian yang efisien?
- Salah satu solusinya adalah dengan mengurutkan data tersebut, lalu mengaplikasikan *binary search* untuk setiap pencarian.
- Pengurutan akan dipelajari pada materi berikutnya.