**LAPORAN PRAKTIKUM**

**MODUL PRAKTIKUM 2**

### KOMPLEKSITAS WAKTU DARI ALGORITMA

**MATA KULIAH ANALISIS ALGORITMA**

****

**DISUSUN OLEH**

**TIVANI SHAKILLA ERVI**

**140810170014**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK INFORMATIKA**

**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM UNIVERSITAS PADJADJARAN**

**JATINANGOR**

**2019**

**Pendahuluan**

Dalam memecahkan suatu masalah dengan komputer seringkali kita dihadapkan pada pilihan berikut:

1. Menggunakan algoritma yang waktu eksekusinya cepat dengan komputer standar
2. Menggunakan algoritma yang waktu eksekusinya tidak terlalu cepat dengan komputer yang cepat

Dikarenakan keterbatasan sumber daya, pola pemecahan masalah beralih ke pertimbangan menggunakan algoritma. Oleh karena itu diperlukan algoritma yang efektif dan efisien atau lebih tepatnya Algoritma yang mangkus.

Algoritma yang mangkus diukur dari berapa **jumlah waktu dan ruang (space) memori** yang dibutuhkan untuk menjalankannya. Algoritma yang mangkus ialah algoritma yang meminimumkan kebutuhan waktu dan ruang. Penentuan kemangkusan algoritma adakah dengan melakukan pengukuran kompleksitas algoritma.

Kompleksitas algoritma terdiri dari kompleksitas waktu dan ruang. Terminologi yang diperlukan dalam membahas kompleksitas waktu dan ruang adalah:

1. Ukuran input data untuk suatu algoritma, n.

Contoh algoritma pengurutan elemen-elemen larik, n adalah jumlah elemen larik. Sedangkan dalam algoritma perkalian matriks n adalah ukuran matriks n x n.

1. Kompleksitas waktu, T(n), adalah jumlah operasi yang dilakukan untuk melaksanakan algoritma sebagai fungsi dari input n.
2. Kompleksitas ruang, S(n), adalah ruang memori yang dibutuhkan algoritma sebagai fungsi dari input n.

#### KOMPLEKSITAS WAKTU

Kompleksitas waktu sebuah algoritma dapat dihitung dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menetapkan ukuran input
2. Menghitung banyaknya operasi yang dilakukan oleh algoritma.

Dalam sebuah algoritma terdapat banyak jenis operasi seperti operasi penjumlahan, pengurangan, perbandingan, pembagian, pembacaan, pemanggilan prosedur, dsb.

**CONTOH**

**Algoritma Menghitung Nilai Rata-rata**

procedure HitungRerata (input x1, x2, …, xn: integer, output r: real)

{ Menghitung nilai rata-rata dari sekumpulan elemen larik integer x1, x2, … xn.

Nilai rata-rata akan disimpan di dalam variable r.

**Input:** x1, x2, … xn

**Output**: r (nilai rata-rata)

}

**Deklarasi**

i : integer jumlah : real

**Algoritma**

Jumlah  0

i  1

while i ≤ n do

jumlah  jumlah + ai i  i + 1

endwhile

{i > n}

r  jumlah/n {nilai rata-rata}

#### Menghitung Kompleksitas Waktu dari Algoritma Menghitung Nilai Rata-rata

Jenis-jenis operasi yang terdapat di dalam Algoritma HitungRerata adalah:

* Operasi pengisian nilai/*assignment* (dengan operator “”)
* Operasi penjumlahan (dengan operator “+”)
* Operasi pembagian (dengan operator “/”)

Cara menghitung kompleksitas waktu dari algoritma tersebut adalah sengan cra menghitung masing-masing jumlah operasi. Jika operasi tersebut berada di sebuah loop, maka jumlah operasinya bergantung berapa kali loop tersebut diulangi.

1. Operasi pengisian nilai (*assignment*)

jumlah  0, 1 kali

k  1, 1 kali

jumlah jumlah + ak n kali

k  k+1, n kali

r  jumlah/n, 1 kali

Jumlah seluruh operasi pengisian nilai (*assignment*) adalah

t1 = 1 + 1 + n + n + 1 = 3 + 2n

1. Operasi penjumlahan

Jumlah + ak, n kali

k+1, n kali

Jumlah seluruh operasi penjumlahan adalah

t2 = n + n = 2n

1. Operasi pembagian

Jumlah seluruh operasi pembagian adalah Jumlah/n 1 kali

Dengan demikian, kompleksitas waktu algoritma dihitung berdasarkan jumlah operasi aritmatika dan operasi pengisian nilai adalah:

T(n) = t1 + t2 + t3 = 3 + 2n + 2n + 1 = 4n + 4

## Studi Kasus 1: Pencarian Nilai Maksimal

Buatlah programnya dan hitunglah kompleksitas waktu dari algoritma berikut:

**Algoritma Pencarian Nilai Maksimal**

procedure CariMaks(input x1, x2, …, xn: integer, output maks: integer)

{ Mencari elemen terbesar dari sekumpulan elemen larik integer x1, x2, …, xn. Elemen terbesar akan disimpan di dalam maks

Input: x1, x2, …, xn

Output: maks (nilai terbesar)

}

**Deklarasi**

i : integer

**Algoritma**

maks  x1 i  2

while i ≤ n do

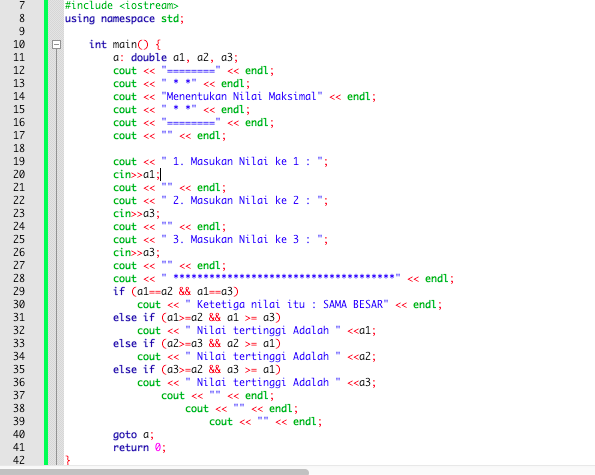
if xi > maks then

maks  xi

endif

i  i + 1 endwhile

**Program :**



T(n) = 2(n – 2) + (n – 2) + 2

= 3 n – 4

procedure CariMaks(input x1, x2, …, xn: integer, output maks: integer)

{ Mencari elemen terbesar dari sekumpulan elemen larik integer x1, x2, …, xn. Elemen terbesar akan disimpan di dalam maks

Input: x1, x2, …, xn

Output: maks (nilai terbesar)

}

**Deklarasi**

i : integer

**Algoritma**

maks x1

i 2

while i ≤ n do

if xi > maks then

maks xi

endif

i i + 1

endwhile

{i > n}

Jawaban Studi Kasus 1

**PEMBAGIAN KOMPLEKSITAS WAKTU**

Hal lain yang harus diperhatikan dalam menghitung kompleksitas waktu suatu algoritma adalah parameter yang mencirikan ukuran input. Contoh pada algoritma pencarian, waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pencarian tidak hanya bergantung pada ukuran larik (n) saja, tetapi juga bergantung pada nilai elemen (x) yang dicari.

Misalkan:

* + Terdapat sebuah larik dengan panjang elemen 130 dimulai dari y1, y2, … yn
  + Asumsikan elemen-elemen larik sudah terurut. Jika y1 = x, maka waktu pencariannya lebih cepat 130 kali dari pada y130 = x atau x tidak ada di dalam larik.
  + Demikian pula, jika y65 = x, maka waktu pencariannya ½ kali lebih cepat daripada

y130 = x

Oleh karena itu, kompleksitas waktu dibedakan menjadi 3 macam:

1. Tmin(n) : kompleksitas waktu untuk kasus terbaik (***best case***)

merupakan kebutuhan waktu minimum yang diperlukan algoritma sebagai fungsi dari n.

1. Tavg(n) : kompleksitas waktu untuk kasus rata-rata (***average case***)

merupakan kebutuhan waktu rata-rata yang diperlukan algoritma sebagai fungsi dari n. Biasanya pada kasus ini dibuat asumsi bahwa semua barisan input bersifat sama. Contoh pada kasus *searching* diandaikan data yang dicari mempunyai peluang yang sama untuk tertarik dari larik.

1. Tmas(n) : kompleksitas waktu untuk kasus terburuk (***worst case***)

merupakan kebutuhan waktu maksimum yang diperlukan algoritma sebagai fungsi dari n.

Studi Kasus 2: *Sequential Search*

Diberikan larik bilangan bulan x1, x2, … xn yang telah terurut menaik dan tidak ada elemen ganda. Buatlah programnya dengan C++ dan hitunglah kompleksitas waktu terbaik, terburuk, dan rata- rata dari algoritma pencarian beruntun (*sequential search*). Algoritma *sequential search* berikut

menghasilkan indeks elemen yang bernilai sama dengan y. Jika y tidak ditemukan, indeks 0 akan dihasilkan.

procedure SequentialSearch(input x1, x2, … xn : integer, y : integer, output idx : integer)

{ Mencari y di dalam elemen x1, x2, … xn. Lokasi (indeks elemen) tempat y ditemukan diisi ke dalam idx.

Jika y tidak ditemukan, makai idx diisi dengan 0. Input: x1, x2, … xn

Output: idx

}

**Deklarasi**

i : integer

found : boolean {bernilai true jika y ditemukan atau false jika y tidak ditemukan}

**Algoritma**

i  1

found  false

while (i ≤ n) and (not found) do if xi = y then

found  true else

i  i + 1 endif

endwhile

{*i < n or found*}

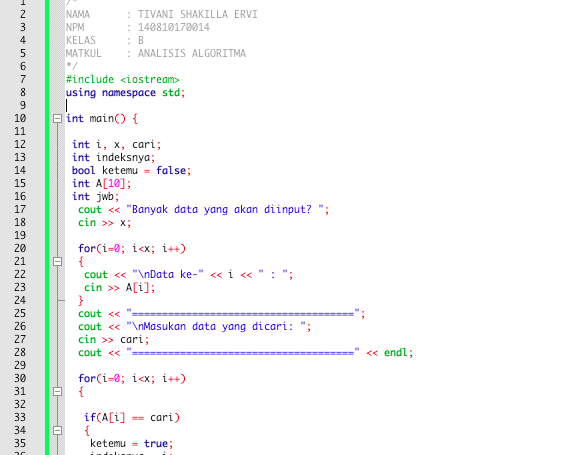
If found then {*y ditemukan*}

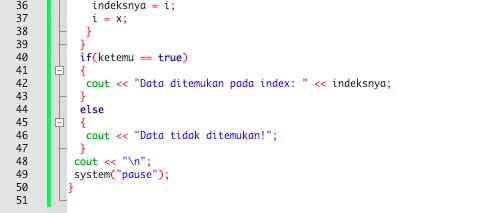
idx  i

else

idx  0 {y tidak ditemukan}

endif





Jawaban Studi Kasus 2

1. Kemungkinan Terbaik (BestCase)

Best case akan terjadi apabila datayang dicari terletak pada indexarray yang paling depan, sehingga waktu yang dibutuhkan untukmencari data sedikit.0.

2. Kemungkinan Terburuk (WorseCase)

Worse case akan terjadi apabiladata yang dicari terletak pada indexarray yang paling akhir, sehinggawaktu yang dibutuhkan untukmencari data akan sangat lama.Untuk meningkatkan efisiensipencarian data pada Sequential Search

Kasus terbaik: ini terjadi bila a1 = x.

Tmin(n) = 1

Kasus terburuk: bila an = x atau x tidak ditemukan.

Tmax(n) = n

*Kasus rata-rata*: Jika *x* ditemukan pada posisi ke-*j*, maka operasi perbandingan (ak = x) akan dieksekusi sebanyak *j*kali.

*T*avg(*n*) = (1+2+3+..+n)/n = (1/2n(1+n))/n = (n+1)/2

Studi Kasus 3: *Binary Search*

Diberikan larik bilangan bulan x1, x2, … xn yang telah terurut menaik dan tidak ada elemen ganda. Buatlah programnya dengan C++ dan hitunglah kompleksitas waktu terbaik, terburuk, dan rata- rata dari algoritma pencarian bagi dua (*binary search*). Algoritma *binary search* berikut menghasilkan indeks elemen yang bernilai sama dengan y. Jika y tidak ditemukan, indeks 0 akan dihasilkan.

procedure BinarySearch(input x1, x2, … xn : integer, x : integer, output : idx : integer)

{ Mencari y di dalam elemen x1, x2, … xn. Lokasi (indeks elemen) tempat y ditemukan diisi ke dalam idx.

Jika y tidak ditemukan makai dx diisi dengan 0.

**Input:** x1, x2, … xn

**Output: idx**

}

**Deklarasi**

i, j, mid : integer found : Boolean

**Algoritma**

i  1 j  n

found  false

while (not found) and ( i ≤ j) do mid  (i + j) div 2

if xmid = y then found  true

else

Kasus terbaik

Tmin(n) = 1

Kasus terburuk

Tmax (n) = 2log n

if xmid < y then

i  mid + 1 else

j  mid – 1 endif

endif endwhile

{*found or i > j* }

{*mencari di bagian kanan*}

{*mencari di bagian kiri*}

If found then

Idx  mid

else

Idx  0

endif

Jawaban Studi Kasus 3

# Studi Kasus 4: Insertion Sort

1. Buatlah program insertion sort dengan menggunakan bahasa C++
2. Hitunglah operasi perbandingan elemen larik dan operasi pertukaran pada algoritma insertion sort.
3. Tentukan kompleksitas waktu terbaik, terburuk, dan rata-rata untuk algoritma insertion sort.

procedure InsertionSort(input/output x1, x2, … xn : integer)

{ Mengurutkan elemen-elemen x1, x2, … xn dengan metode insertion sort.

Input: x1, x2, … xn

OutputL x1, x2, … xn (sudah terurut menaik)

}

**Deklarasi**

i, j, insert : integer

**Algoritma**

for i  2 to n do

insert  xi j  i

while (j < i) and (x[j-i] > insert) do x[j] x[j-1]

jj-1 endwhile x[j] = insert

endfor

Loop sementara dijalankan hanya jika i> j dan arr [i] <arr [j]. Jumlah total iterasi loop sementara (Untuk semua nilai i) sama dengan jumlah inversi.

Kompleksitas waktu keseluruhan dari jenis penyisipan adalah O (n + f (n)) di mana f (n) adalah jumlah inversi.Jika jumlah inversi adalah O(n), maka kompleksitas waktu dari jenis penyisipan adalah O(n).

Dalam kasus terburuk, bisa ada inversi n \* (n-1) / 2. Kasus terburuk terjadi ketika array diurutkan dalam urutan terbalik. Jadi kompleksitas waktu kasus terburuk dari jenis penyisipan adalah O (n2).

Jawaban Studi Kasus 4

# Studi Kasus 5: Selection Sort

1. Buatlah program selection sort dengan menggunakan bahasa C++
2. Hitunglah operasi perbandingan elemen larik dan operasi pertukaran pada algoritma selection sort.
3. Tentukan kompleksitas waktu terbaik, terburuk, dan rata-rata untuk algoritma insertion sort.

procedure SelectionSort(input/output x1, x2, … xn : integer)

{ Mengurutkan elemen-elemen x1, x2, … xn dengan metode selection sort.

Input: x1, x2, … xn

OutputL x1, x2, … xn (sudah terurut menaik)

}

**Deklarasi**

i, j, imaks, temp : integer

**Algoritma**

for i  n downto 2 do {*pass sebanyak n-1 kali*} imaks  1

for j  2 to i do

if xj > ximaks then imaks  j

endif endfor

{pertukarkan ximaks dengan xi} temp  xi

xi  ximaks ximaks  temp

endfor

Jumlah operasi perbandingan element. Untuk setiap *pass* ke-*i*,

*i*= 1 –>  jumlah perbandingan  = *n* – 1

*i* = 2 –>  jumlah perbandingan = *n* – 2

*i*= 3  –> jumlah perbandingan = *n* – 3

:

*i* = *k* –>  jumlah perbandingan = *n* – *k*

:

*i*= *n* – 1  –> jumlah perbandingan = 1

Jumlah seluruh operasi perbandingan elemen-elemen larik adalah    *T*(*n*) = (*n* – 1) + (*n* – 2) + … + 1

Ini adalah kompleksitas waktu untuk kasus terbaik dan terburuk, karena algoritma Urut tidak bergantung pada  batasan apakah data masukannya sudah terurut atau acak.

 Jumlah operasi pertukaran

Untuk setiap*i* dari 1 sampai *n* – 1, terjadi satu kali pertukaran elemen, sehingga jumlah operasi pertukaran seluruhnya   adalah  *T*(*n*) = *n* – 1.

Jadi, algoritma pengurutan maksimum membutuhkan *n*(*n* – 1 )/2 buah operasi perbandingan elemen dan *n* – 1  buah operasi pertukaran.

Jawaban Studi Kasus 5