Fakultas Informatika
School of Computing
Telkom University

CII2C2
Analisis Kompleksitas Algoritma

Pertemuan 3-4
ASYMPTOTIC NOTATION

Outline

1. Order of Growth Secara Intuisi
2. Notasi Asimtotik O, Ω, Θ
3. Sifat Notasi Asimtotik

Order of Growth Secara Intuisi

Contoh Analisis Efisiensi

Misalkan terdapat dua algoritma untuk satu masalah yang sama dengan kompleksitas berikut (yang berlaku untuk semua *case*):

$A_1 : 0,01n^2$ (quadratic-time) dan $A_2 : 100n$ (linear-time)

Algoritma manakah yang memberikan efisiensi yang lebih baik untuk ukuran *input* yang lebih besar? Seberapa besar?

Contoh Analisis Efisiensi

Misalkan terdapat dua algoritma untuk satu masalah yang sama dengan kompleksitas berikut (yang berlaku untuk semua *case*):

$A_1 : 0,01n^2$ (quadratic-time) dan $A_2 : 100n$ (linear-time)

Algoritma manakah yang memberikan efisiensi yang lebih baik untuk ukuran *input* yang lebih besar? Seberapa besar?

Dengan asumsi bahwa waktu pengimplementasian operasi dasar kedua algoritma tersebut sama, algoritma A_2 lebih efisien untuk ukuran *input* di atas 10.000.
Ini didasari oleh pertidaksamaan $0,01n^2 > 100n$ yang berarti $n^2 > 10000n$, sehingga

$$n > 10000.$$

Fakultas Informatika
School of Computing
Telkom University

Analisis Efisiensi

Prinsip dasar:
Algoritma dengan waktu *linear* pada suatu titik (*eventually*) akan lebih efisien dibandingkan algoritma dengan waktu *quadratic*.
Kata kunci yang ada di sini adalah "eventual behaviour"

Secara Intuisi...

Misalkan kita memiliki fungsi $f(n) = 0.1n^2 + n + 100$.

n	$0.1n^2$	$0.1n^2 + n + 100$
10		
20		
50		
100		
1000		

Secara Intuisi...

Misalkan kita memiliki fungsi $f(n) = 0.1n^2 + n + 100$.

n	$0.1n^2$	$0.1n^2 + n + 100$
10	10	120
20		
50		
100		
1000		

Secara Intuisi...

Misalkan kita memiliki fungsi $f(n) = 0.1n^2 + n + 100$.

n	$0.1n^2$	$0.1n^2 + n + 100$
10	10	120
20	40	160
50		
100		
1000		

Secara Intuisi...

Misalkan kita memiliki fungsi $f(n) = 0.1n^2 + n + 100$.

n	$0.1n^2$	$0.1n^2 + n + 100$
10	10	120
20	40	160
50	250	400
100		
1000		

Secara Intuisi...

Misalkan kita memiliki fungsi $f(n) = 0.1n^2 + n + 100$.

n	$0.1n^2$	$0.1n^2 + n + 100$
10	10	120
20	40	160
50	250	400
100	1000	1200
1000		

Secara Intuisi...

Misalkan kita memiliki fungsi $f(n) = 0.1n^2 + n + 100$.

n	$0.1n^2$	$0.1n^2 + n + 100$
10	10	120
20	40	160
50	250	400
100	1000	1200
1000	100000	101100

Secara Intuisi...

Misalkan kita memiliki fungsi $f(n) = 0.1n^2 + n + 100$.

n	$0.1n^2$	$0.1n^2 + n + 100$
10	10	120
20	40	160
50	250	400
100	1000	1200
1000	100000	101100

Dimulai pada satu titik (eventually), nilai kuadratik dari fungsi $f(n)$ mendominasi fungsi tersebut (nilai lainnya tidak berpengaruh secara signifikan)

Secara Intuisi...

Misalkan kita memiliki fungsi $f(n) = 0.1n^2 + n + 100$.

n	$0.1n^2$	$0.1n^2 + n + 100$
10	10	120
20	40	160
50	250	400
100	1000	1200
1000	100000	101100

Dimulai pada satu titik (eventually), nilai kuadratik dari fungsi $f(n)$ mendominasi fungsi tersebut (nilai lainnya tidak berpengaruh secara signifikan)

$\Downarrow$

Oleh karenanya, dalam penentuan kelas kompleksitas, hanya dipertimbangkan pangkat tertingginya saja

Secara Intuisi...

Misalkan kita memiliki fungsi $f(n) = 0.1n^2 + n + 100$.

n	$0.1n^2$	$0.1n^2 + n + 100$
10	10	120
20	40	160
50	250	400
100	1000	1200
1000	100000	101100

Dimulai pada satu titik (eventually), nilai kuadratik dari fungsi $f(n)$ mendominasi fungsi tersebut (nilai lainnya tidak berpengaruh secara signifikan)

$\Downarrow$

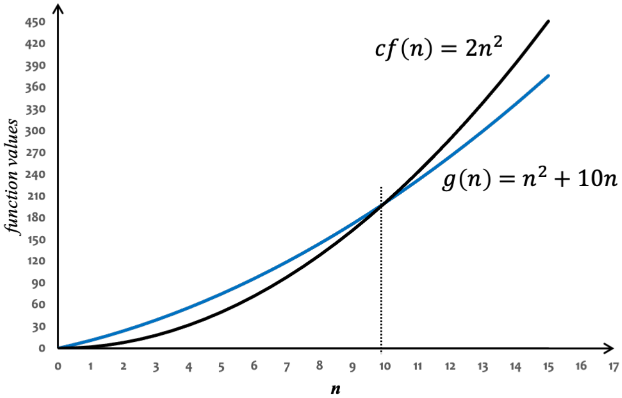
Oleh karenanya, dalam penentuan kelas kompleksitas, hanya dipertimbangkan pangkat tertingginya saja

Contoh: $g(n) = 5n^2 + 100n + 20$ dapat dikelaskan sebagai fungsi dengan orde n^2

Notasi Asimtotik O, Ω, Θ

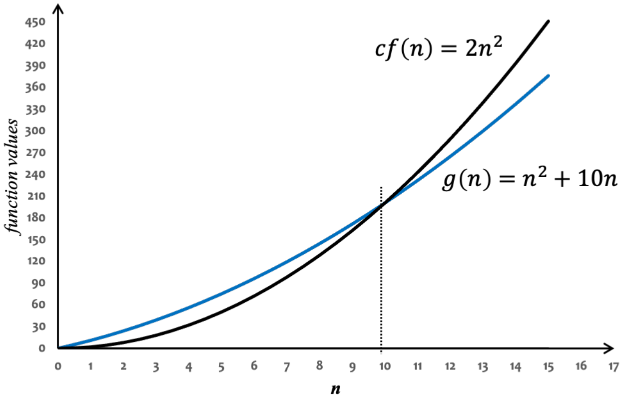
Notasi Big-O: pengenalan

n	$2n^2$	$n^2 + 10n$
0	0	0
1	2	11
2	8	24
3	18	39
4	32	56
5	50	75
6	72	96
7	98	119
8	128	144
9	162	171
10	200	200
11	242	231
12	288	264
13	338	299
14	392	336
15	450	375



Notasi Big-O: pengenalan

n	$2n^2$	$n^2 + 10n$
0	0	0
1	2	11
2	8	24
3	18	39
4	32	56
5	50	75
6	72	96
7	98	119
8	128	144
9	162	171
10	200	200
11	242	231
12	288	264
13	338	299
14	392	336
15	450	375



Awalnya, $g(n)$ lebih tinggi dari $cf(n)$, hingga pada satu titik akhirnya $g(n)$ selalu ada di bawah $cf(n)$. Sehingga, untuk $n \geq 10$ dan $c = 2$,

$$g(n) = n^2 + 10n \in O(n^2)$$

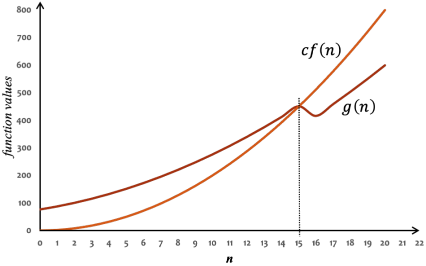
Notasi Asimtotik

Big-O dan notasi asimtotik lainnya dika~~s~~takan dapat memperlihatkan sifat asimtotik dari suatu fungsi karena mereka hanya menjelaskan apa yang terjadi setelah suatu titik tertentu.

Definisi formal notasi O

$O(f(n)) = \{g(n) \mid 0 \leq g(n) \leq cf(n)$ untuk semua $n \geq n_0$
untuk suatu konstanta c dan non-negative integer $n_0\}$

Jika $g(n)$ merupakan anggota himpunan $O(f(n))$, kita tulis
$g(n) \in O(f(n))$ atau $g(n) = O(f(n))$.



Notasi Big-O: contoh

Buktikan bahwa $100n + 5 \in O(n^2)$

Notasi Big-O: contoh

Buktikan bahwa $100n + 5 \in O(n^2)$
Adb. $100n + 5 \leq c.n^2$ untuk suatu konstanta $c > 0$, untuk setiap bilangan bulat $n \geq n_0$ untuk suatu $n_0 \geq 0$.

Notasi Big-O: contoh

Buktikan bahwa $100n + 5 \in O(n^2)$
Adb. $100n + 5 \leq c.n^2$ untuk suatu konstanta $c > 0$, untuk setiap bilangan bulat $n \geq n_0$ untuk suatu $n_0 \geq 0$.

- Cara 1:

$$\begin{aligned} 100n + 5 &\leq 100n + n && , \forall n \geq 5 \\ &= 101n && , \forall n \geq 5 \\ &\leq 101n^2 && , \forall n \geq 5 \end{aligned}$$

  Jadi, dengan $c = 101$ dan $n_0 = 5$, benar bahwa $100n + 5 \leq c.n^2$ untuk setiap $n \geq n_0$, sehingga $100n + 5 \in O(n^2)$.

Notasi Big-O: contoh

Buktikan bahwa $100n + 5 \in O(n^2)$
Adb. $100n + 5 \leq c.n^2$ untuk suatu konstanta $c > 0$, untuk setiap bilangan bulat $n \geq n_0$ untuk suatu $n_0 \geq 0$.

- Cara 1:

$$\begin{aligned} 100n + 5 &\leq 100n + n && , \forall n \geq 5 \\ &= 101n && , \forall n \geq 5 \\ &\leq 101n^2 && , \forall n \geq 5 \end{aligned}$$

  Jadi, dengan $c = 101$ dan $n_0 = 5$, benar bahwa $100n + 5 \leq c.n^2$ untuk setiap $n \geq n_0$, sehingga $100n + 5 \in O(n^2)$.

- Cara 2:

$$\begin{aligned} 100n + 5 &\leq 100n + 5n && , \forall n \geq 1 \\ &= 105n && , \forall n \geq 1 \\ &\leq 105n^2 && , \forall n \geq 1 \end{aligned}$$

  Jadi, dengan $c = 105$ dan $n_0 = 1$, benar bahwa $100n + 5 \leq c.n^2$ untuk setiap $n \geq n_0$, sehingga $100n + 5 \in O(n^2)$.

Latihan 1

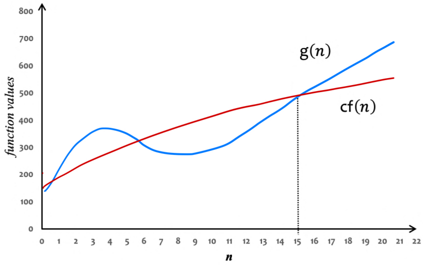
Tunjukkan bahwa $T(n) \in O(g(n))$ untuk kasus-kasus berikut:

1. $T(n) = n + 1024; g(n) = n$
2. $T(n) = 1 + 2 + \ldots + n; g(n) = n^2$
3. $T(n) = 10n^2 + 4n + 2; g(n) = n^2$
4. $T(n) = n^2/10 + 2^n; g(n) = 2^n$
5. $T(n) = 6.2^n + n^2; g(n) = 2^n$
6. $T(n) = 1^k + 2^k + \ldots + n^k; g(n) = n^{k+1}$
7. $T(n) = \log n^3; g(n) = \log n$
8. $T(n) = 10log3^n; g(n) = n$
9. $T(n) = 2n + 3.2 \log n; g(n) = n$
10. $T(n) = n!; g(n) = n^n$

Definisi formal notasi Ω

$\Omega(f(n)) = \{g(n) \mid 0 \le cf(n) \le g(n)$ untuk semua $n \ge n_0$
untuk suatu konstanta c dan non-negative integer $n_0\}$

Jika $g(n)$ merupakan anggota himpunan $\Omega(f(n))$, kita tulis
$g(n) \in \Omega(f(n))$ atau $g(n) = \Omega(f(n))$.



Notasi Ω: contoh

1. Buktikan bahwa $n^3 \in \Omega(n^2)$

Notasi Ω: contoh

1. Buktikan bahwa $n^3 \in \Omega(n^2)$
   Adb. $\exists c > 0, n_0 \geq 0$ sehingga $n^3 \geq c.n^2$ untuk setiap $n \geq n_0$.

Notasi Ω: contoh

1. Buktikan bahwa $n^3 \in \Omega(n^2)$
   Adb. $\exists c > 0, n_0 \geq 0$ sehingga $n^3 \geq c.n^2$ untuk setiap $n \geq n_0$.
   $$n^3 \geq n^2 \quad , \forall n \geq 0$$
   Jadi, dengan $c = 1$ dan $n_0 = 0$, benar bahwa $n^3 \in \Omega(n^2)$.

Notasi Ω: contoh

1. Buktikan bahwa $n^3 \in \Omega(n^2)$
   Adb. $\exists c > 0, n_0 \geq 0$ sehingga $n^3 \geq c.n^2$ untuk setiap $n \geq n_0$.
   $$n^3 \quad \geq \quad n^2 \qquad\qquad\qquad , \forall n \geq 0$$
   Jadi, dengan $c = 1$ dan $n_0 = 0$, benar bahwa $n^3 \in \Omega(n^2)$.
2. Buktikan bahwa $3n + 2 \in \Omega(n)$

Notasi Ω: contoh

1. Buktikan bahwa $n^3 \in \Omega(n^2)$
   Adb. $\exists c > 0, n_0 \geq 0$ sehingga $n^3 \geq c.n^2$ untuk setiap $n \geq n_0$.
   $$n^3 \quad \geq \quad n^2 \qquad\qquad\qquad , \forall n \geq 0$$
   Jadi, dengan $c = 1$ dan $n_0 = 0$, benar bahwa $n^3 \in \Omega(n^2)$.
2. Buktikan bahwa $3n + 2 \in \Omega(n)$
   Adb. $\exists c > 0, n_0 \geq 0$ sehingga $3n + 2 \geq c.n$ untuk setiap $n \geq n_0$.

Notasi Ω: contoh

1. Buktikan bahwa $n^3 \in \Omega(n^2)$
   Adb. $\exists c > 0, n_0 \geq 0$ sehingga $n^3 \geq c.n^2$ untuk setiap $n \geq n_0$.
   $n^3 \quad \geq \quad n^2 \qquad\qquad\qquad , \forall n \geq 0$
   Jadi, dengan $c = 1$ dan $n_0 = 0$, benar bahwa $n^3 \in \Omega(n^2)$.
2. Buktikan bahwa $3n + 2 \in \Omega(n)$
   Adb. $\exists c > 0, n_0 \geq 0$ sehingga $3n + 2 \geq c.n$ untuk setiap $n \geq n_0$.
   $3n + 2 \quad \geq \quad 3n \qquad\qquad\qquad , \forall n \geq 1$
   Jadi, dengan $c = 3$ dan $n_0 = 1$, benar bahwa $3n + 2 \in \Omega(n)$.

Notasi Ω: contoh

1. Buktikan bahwa $n^3 \in \Omega(n^2)$
   Adb. $\exists c > 0, n_0 \geq 0$ sehingga $n^3 \geq c.n^2$ untuk setiap $n \geq n_0$.
   $n^3 \quad \geq \quad n^2 \qquad , \forall n \geq 0$
   Jadi, dengan $c = 1$ dan $n_0 = 0$, benar bahwa $n^3 \in \Omega(n^2)$.
2. Buktikan bahwa $3n + 2 \in \Omega(n)$
   Adb. $\exists c > 0, n_0 \geq 0$ sehingga $3n + 2 \geq c.n$ untuk setiap $n \geq n_0$.
   $3n + 2 \quad \geq \quad 3n \qquad , \forall n \geq 1$
   Jadi, dengan $c = 3$ dan $n_0 = 1$, benar bahwa $3n + 2 \in \Omega(n)$.
3. Buktikan bahwa $10n^2 + 4n + 2 \in \Omega(n^2)$

Fakultas Informatika
School of Computing
Telkom University

Notasi Ω: contoh

1. Buktikan bahwa $n^3 \in \Omega(n^2)$
   Adb. $\exists c > 0, n_0 \geq 0$ sehingga $n^3 \geq c.n^2$ untuk setiap $n \geq n_0$.
   $$n^3 \quad \geq \quad n^2 \qquad\qquad , \forall n \geq 0$$
   Jadi, dengan $c = 1$ dan $n_0 = 0$, benar bahwa $n^3 \in \Omega(n^2)$.
2. Buktikan bahwa $3n + 2 \in \Omega(n)$
   Adb. $\exists c > 0, n_0 \geq 0$ sehingga $3n + 2 \geq c.n$ untuk setiap $n \geq n_0$.
   $$3n + 2 \quad \geq \quad 3n \qquad\qquad , \forall n \geq 1$$
   Jadi, dengan $c = 3$ dan $n_0 = 1$, benar bahwa $3n + 2 \in \Omega(n)$.
3. Buktikan bahwa $10n^2 + 4n + 2 \in \Omega(n^2)$
   Adb. $\exists c > 0, n_0 \geq 0$ sehingga $10n^2 + 4n + 2 \geq c.n^2$ untuk setiap $n \geq n_0$.

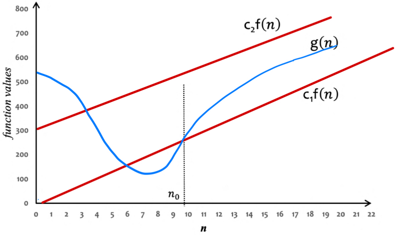
Notasi Ω: contoh

1. Buktikan bahwa $n^3 \in \Omega(n^2)$
   Adb. $\exists c > 0, n_0 \geq 0$ sehingga $n^3 \geq c.n^2$ untuk setiap $n \geq n_0$.
   $n^3 \quad \geq \quad n^2 \qquad\qquad ,\forall n \geq 0$
   Jadi, dengan $c = 1$ dan $n_0 = 0$, benar bahwa $n^3 \in \Omega(n^2)$.
2. Buktikan bahwa $3n + 2 \in \Omega(n)$
   Adb. $\exists c > 0, n_0 \geq 0$ sehingga $3n + 2 \geq c.n$ untuk setiap $n \geq n_0$.
   $3n + 2 \quad \geq \quad 3n \qquad\qquad ,\forall n \geq 1$
   Jadi, dengan $c = 3$ dan $n_0 = 1$, benar bahwa $3n + 2 \in \Omega(n)$.
3. Buktikan bahwa $10n^2 + 4n + 2 \in \Omega(n^2)$
   Adb. $\exists c > 0, n_0 \geq 0$ sehingga $10n^2 + 4n + 2 \geq c.n^2$ untuk setiap $n \geq n_0$.
   $10n^2 + 4n + 2 \quad \geq \quad 10n^2 \qquad\qquad ,\forall n \geq 1$
   Jadi, dengan $c = 10$ dan $n_0 = 1$, benar bahwa $10n^2 + 4n + 2 \in \Omega(n^2)$.

Definisi formal notasi Θ

$\Theta(f(n)) = \{g(n) \mid c_1 f(n) \leq g(n) \leq c_2 f(n)$ untuk semua $n \geq n_0$
untuk konstanta c_1, c_2 dan non-negative integer $n_0\}$

Jika$g(n)$ merupakan anggota himpunan $\Theta(f(n))$, kita tulis
$g(n) \in \Theta(f(n))$ atau $g(n) = \Theta(f(n))$.



Notasi Θ: contoh (1)

Buktikan bahwa $\frac{1}{2}n(n-1) \in \Theta(n^2)$

Notasi Θ: contoh (1)

Buktikan bahwa $\frac{1}{2}n(n-1) \in \Theta(n^2)$
Adb. $\exists c_1, c_2 > 0, n_0 \geq 0$ sehingga $c_1.n^2 \leq \frac{1}{2}n(n-1) \leq c_2.n^2$ untuk setiap $n \geq n_0$.

Fakultas Informatika
School of Computing
Telkom University

Notasi Θ: contoh (1)

Buktikan bahwa $\frac{1}{2}n(n-1) \in \Theta(n^2)$
Adb. $\exists c_1, c_2 > 0, n_0 \geq 0$ sehingga $c_1.n^2 \leq \frac{1}{2}n(n-1) \leq c_2.n^2$ untuk setiap $n \geq n_0$.

- Pembuktian $c_1.n^2 \leq \frac{1}{2}n(n-1)$

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}n(n-1) &= \frac{1}{2}n^2 - \frac{1}{2}n && , \forall n \geq 0 \\ &\geq \frac{1}{2}n^2 - \frac{1}{2}n\frac{1}{2}n && , \forall n \geq 0 \\ &= \frac{1}{4}n^2 && , \forall n \geq 0 \end{aligned}$$

Notasi Θ: contoh (1)

Buktikan bahwa $\frac{1}{2}n(n-1) \in \Theta(n^2)$
Adb. $\exists c_1, c_2 > 0, n_0 \geq 0$ sehingga $c_1.n^2 \leq \frac{1}{2}n(n-1) \leq c_2.n^2$ untuk setiap $n \geq n_0$.

- Pembuktian $c_1.n^2 \leq \frac{1}{2}n(n-1)$

$$\begin{array}{rcll} \frac{1}{2}n(n-1) & = & \frac{1}{2}n^2 - \frac{1}{2}n & , \forall n \geq 0 \\ & \geq & \frac{1}{2}n^2 - \frac{1}{2}n\frac{1}{2}n & , \forall n \geq 0 \\ & = & \frac{1}{4}n^2 & , \forall n \geq 0 \end{array}$$

- Pembuktian $\frac{1}{2}n(n-1) \leq c_2.n^2$

$$\begin{array}{rcll} \frac{1}{2}n(n-1) & = & \frac{1}{2}n^2 - \frac{1}{2}n & , \forall n \geq 0 \\ & \leq & \frac{1}{2}n^2 & , \forall n \geq 0 \end{array}$$

Jadi, dengan $c_1 = \frac{1}{4}$, $c_2 = \frac{1}{2}$, dan $n_0 = 0$, benar bahwa $\frac{1}{2}n(n-1) \in \Theta(n^2)$.

Notasi Θ: contoh (2)

Buktikan bahwa $3n + 2 \in \Theta(n)$

Notasi Θ: contoh (2)

Buktikan bahwa $3n + 2 \in \Theta(n)$
Adb. $\exists c_1, c_2 > 0, n_0 \geq 0$ sehingga $c_1.n \leq 3n + 2 \leq c_2.n$ untuk setiap $n \geq n_0$.

Notasi Θ: contoh (2)

Buktikan bahwa $3n + 2 \in \Theta(n)$
Adb. $\exists c_1, c_2 > 0, n_0 \geq 0$ sehingga $c_1.n \leq 3n + 2 \leq c_2.n$ untuk setiap $n \geq n_0$.

- Pembuktian $c_1.n \leq 3n + 2$

$$3n + 2 \quad \geq \quad 3n \qquad\qquad , \forall n \geq 1$$

Notasi Θ: contoh (2)

Buktikan bahwa $3n + 2 \in \Theta(n)$
Adb. $\exists c_1, c_2 > 0, n_0 \geq 0$ sehingga $c_1.n \leq 3n + 2 \leq c_2.n$ untuk setiap $n \geq n_0$.

- Pembuktian $c_1.n \leq 3n + 2$

$$3n + 2 \geq 3n \quad , \forall n \geq 1$$

- Pembuktian $3n + 2 \leq c_2.n$

$$\begin{aligned} 3n + 2 &\leq 3n + n &&, \forall n \geq 2 \\ &= 4n &&, \forall n \geq 2 \end{aligned}$$

Jadi, dengan $c_1 = 3$, $c_2 = 4$, dan $n_0 = 2$, benar bahwa $3n + 2 \in \Theta(n)$.

Latihan 2

Tentukan kebenaran pernyataan berikut:

1. $3n^5 - 16n + 2 \in O(n^5)$
2. $3n^5 - 16n + 2 \in O(n)$
3. $3n^5 - 16n + 2 \in O(n^{17})$
4. $3n^5 - 16n + 2 \in \Omega(n^5)$
5. $3n^5 - 16n + 2 \in \Omega(n)$
6. $3n^5 - 16n + 2 \in \Omega(n^{17})$
7. $3n^5 - 16n + 2 \in \Theta(n^5)$
8. $3n^5 - 16n + 2 \in \Theta(n)$
9. $3n^5 - 16n + 2 \in \Theta(n^{17})$

Sifat Notasi Asimtotik

Properti Notasi Asimtotik

Jika $f_1(n) \in O(g_1(n))$ dan $f_2(n) \in O(g_2(n))$, maka

- $f_1(n) + f_2(n) \in O(\max\{g_1(n), g_2(n)\})$
- $f_1(n) * f_2(n) \in O(g_1(n) * g_2(n))$

Properti Notasi Asimtotik

Jika $f_1(n) \in O(g_1(n))$ dan $f_2(n) \in O(g_2(n))$, maka

- $f_1(n) + f_2(n) \in O(\max\{g_1(n), g_2(n)\})$
- $f_1(n) * f_2(n) \in O(g_1(n) * g_2(n))$

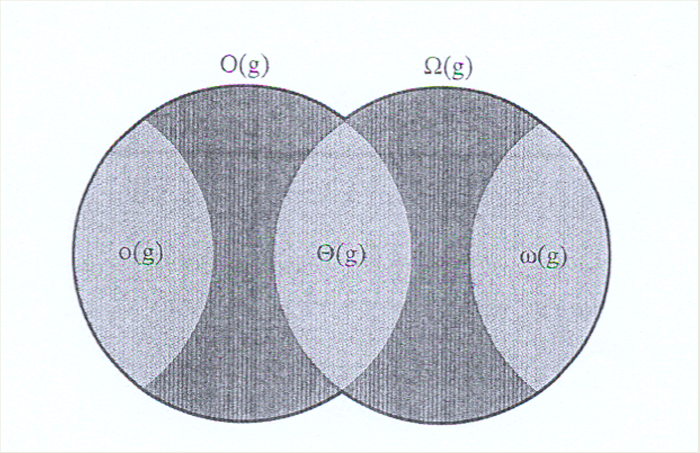
Dan berlaku pula untuk notasi Θ dan Ω

Fakultas Informatika
School of Computing
Telkom University

Analogi Notasi Asimtotik

$$
\begin{array}{ccc}
f(n) \in O(g(n)) & \approx & a \leq b \\
f(n) \in \Omega(g(n)) & \approx & a \geq b \\
f(n) \in Theta(g(n)) & \approx & a = b \\
f(n) \in o(g(n)) & \approx & a < b \\
f(n) \in \omega(g(n)) & \approx & a > b
\end{array}
$$

Kelas Kompleksitas

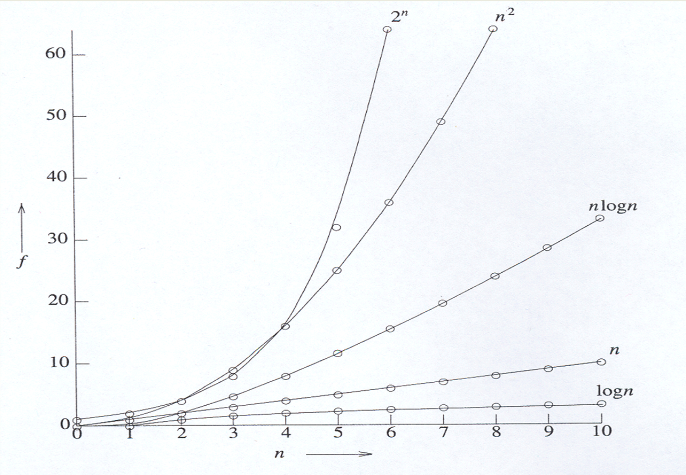


Fungsi Penting

1. Fungsi konstan
   $f(n) = c$ untuk suatu konstanta tetap c
2. Fungsi linier
   $f(n) = n$
3. Fungsi kuadratik
   $f(n) = n^2$
4. Fungsi kubik
   $f(n) = n^3$
5. Fungsi logaritma
   $f(n) = log_b n$
6. Fungsi $n - \log - n$
   $f(n) = n \log n$
7. Fungsi polinomial
   $f(n) = a_0 + a_1 n + \ldots + a_d n^d$
   bilangan bulat d disebut sebagai derajat polinom
8. Fungsi ekponensial
   $f(n) = a^n$
   dimana b merupakan konstanta positif (basis)

Fakultas Informatika
School of Computing
Telkom University

Perbandingan Grafik Fungsi



Kelas Efisiensi Dasar

class	name
1	constant
log n	logarithmic
n	linear
$n \log n$	$n \log n$
n^2	quadratic
n^3	cubic
2^n	exponential
$n!$	factorial

polynomial

Latihan 3

1. Tentukan kebenaran pernyataan di bawah ini:
   - $n(n+1)/2 \in O(n^3)$
   - $n(n+1)/2 \in O(n^2)$
   - $n(n+1)/2 \in \Theta(n^3)$
   - $n(n+1)/2 \in \Omega(n)$
2. Diberikan fungsi-fungsi kompleksitas di bawah ini. Buatlah diagram venn yang menunjukkan keanggotaan fungs-fungsi tersebut pada kelas $O(n^2), \Omega(n^2)$, dan $\Theta(n^2$.

$f_1(n) = 3\log n + 8$
$f_2(n) = 4n^2$
$f_3(n) = 4n^3 + 3n^2$
$f_4(n) = 6n^2 + 9$
$f_5(n) = 5n + 7$
$f_6(n) = 6n^6 + n^4$
$f_7(n) = 2n\log n$
$f_8(n) = 2^n + n$
$f_9(n) = 5n^2 + 2n$

Referensi

- R. Neapolitan, K. Naimipour. Foundations of Algorithms −5th Edition, Jones and Bartlett Learning, 2014.
- Levitin, Anany. The design and analysis of algorithms. Pearson Education. 2003.
- Munir, Rinaldi. Diktat Strategi Algoritmik IF2251. Departemen Teknik Informatika. Institut Teknologi Bandung. 2006

Fakultas Informatika
School of Computing
Telkom University

THANK YOU