



TEORI KOMPUTASI

PRIO HANDOKO, S.KOM., M.T.I.

Program Studi Informatika Universitas Pembangunan Jaya



BAB 4: GRAMMAR DAN BAHASA

Bab 4: Grammar dan Bahasa

Capaian Pembelajaran.

- Mahasiswa memahami konsep grammar
- Mahasiswa memahami derivasi kalimat dan klasifikasi grammar Chomsky
- Mahasiswa dapat menyelesaikan kasus-kasus terkait derivasi kalimat dan penentuan grammar Chomsky.

Agenda.

- Konsep Dasar Grammar dan Bahasa
- Grammar dan Klasifikasi Chomsky
- Derivasi Kalimat dan Penentuan Bahasa

Konsep Dasar dan Bahasa

- Dalam pembicaraan *grammar*, anggota alfabet dinamakan simbol terminal atau *token*.
- Kalimat adalah deretan hingga simbol-simbol terminal.
- Bahasa adalah himpunan kalimat-kalimat dan anggota bahasa bisa tak hingga kalimat.
- Simbol-simbol berikut adalah simbol terminal:
 - huruf kecil awal alfabet, misalnya: *a, b, c*
 - simbol operator, misalnya: *+, −, dan ×*
 - simbol tanda baca, misalnya: *(,), dan ;*
 - string yang tercetak tebal, misalnya: ***if, then, dan else.***

Konsep Dasar dan Bahasa

- Simbol-simbol berikut adalah simbol non terminal:
 - huruf besar awal alfabet, misalnya: A, B, C ;
 - huruf S sebagai simbol awal;
 - string yang tercetak miring, misalnya: *expr* dan *stmt*.
- Huruf besar akhir alfabet melambangkan simbol terminal atau non terminal, misalnya: X, Y, Z .
- Huruf kecil akhir alfabet melambangkan string yang tersusun atas simbol-simbol terminal, misalnya: x, y, z .

Konsep Dasar dan Bahasa

- Huruf yunani melambangkan string yang tersusun atas simbol-simbol terminal atau simbol-simbol non terminal atau campuran keduanya, misalnya: α, β , dan γ .
- Sebuah produksi dilambangkan sebagai $\alpha \rightarrow \beta$, artinya: dalam sebuah derivasi dapat dilakukan penggantian simbol α dengan simbol β .
- Simbol α dalam produksi berbentuk $\alpha \rightarrow \beta$ disebut ruas kiri produksi sedangkan simbol β disebut ruas kanan produksi.

Konsep Dasar dan Bahasa

- **Derivasi** adalah proses pembentukan sebuah kalimat atau sentensial. Sebuah derivasi dilambangkan sebagai: $\alpha \Rightarrow \beta$.
- **Sentensial** adalah string yang tersusun atas simbol-simbol terminal atau simbol-simbol non terminal atau campuran keduanya.
- Kalimat adalah string yang tersusun atas simbol-simbol terminal dan kalimat adalah kasus khusus dari *sentensial*.
- Pengertian terminal (*terminate* = berakhir) dicapai, jika *sentensial* yang dihasilkan adalah sebuah kalimat yang tersusun atas simbol-simbol terminal itu.

Grammar dan Bahasa | 7

Konsep Dasar dan Bahasa

- Pengertian non terminal (*not terminate* = belum/tidak berakhir), jika *sentensial* yang dihasilkan masih mengandung simbol non terminal.
- Grammar G didefinisikan sebagai pasangan 4 *tuple*: V_T , V_N , S , dan Q , dan dituliskan sebagai $G(V_T, V_N, S, Q)$, dimana:
 - V_T : himpunan simbol-simbol terminal (atau himpunan token – token, atau alfabet)
 - V_N : himpunan simbol-simbol non terminal
 - $S \in V_N$: simbol awal (atau simbol start)
 - Q : himpunan produksi

Grammar dan Bahasa | 8

Derivasi Kalimat dan Penentuan Bahasa

Derivasi adalah proses pembentukan sebuah kalimat atau sentensial. Sebuah derivasi dilambangkan sebagai: $\alpha \Rightarrow \beta$.

Contoh.

Tentukan **derivasi** kalimat dari grammar Q berikut.
G dengan $Q = \{1. S \rightarrow aAa, 2. A \rightarrow aAa, 3. A \rightarrow b\}$.

Jawab.

Derivasi kalimat terpendek:

$S \Rightarrow aAa \quad (1)$
 $\Rightarrow aba \quad (3)$

Derivasi Kalimat dan Penentuan Bahasa

Derivasi kalimat umum:

$S \Rightarrow aAa \quad (1)$
 $\Rightarrow aaAaa \quad (2)$
 $\Rightarrow \dots$
 $\Rightarrow a^n A a^n \quad (2)$
 $\Rightarrow a^n b a^n \quad (3)$

Kesimpulan: $L(G) = \{a^n b a^n \mid n \geq 1\}$

Derivasi Kalimat dan Penentuan Bahasa

Kasus Latihan.

Tentukan **derivasi** kalimat dari grammar Q berikut.

$Q = \{1. S \rightarrow aS, 2. S \rightarrow aB, 3. B \rightarrow bC, 4. C \rightarrow aC, 5. C \rightarrow a\}$

Jawab.

Derivasi kalimat terpendek:

Opsi 1.

$S \Rightarrow aS \quad (1)$
 $\Rightarrow aaS \quad (1)$
 $\Rightarrow aaS \quad (1)$
 \dots

Opsi 2.

$S \Rightarrow aS \quad (1)$
 $\Rightarrow aaB \quad (2)$
 $\Rightarrow aabC \quad (3)$
 $\Rightarrow aabaC \quad (4)$
 $\Rightarrow aabaa \quad (5)$

Opsi 3.

$S \Rightarrow aB \quad (2)$
 $\Rightarrow abC \quad (3)$
 $\Rightarrow aba \quad (5)$

Derivasi Kalimat dan Penentuan Bahasa

Derivasi kalimat umum:

$Q = \{1. S \rightarrow aS, 2. S \rightarrow aB, 3. B \rightarrow bC, 4. C \rightarrow aC, 5. C \rightarrow a\}$

$S \Rightarrow aS \quad (1)$	$\Rightarrow a^n bC \quad (3)$
$\Rightarrow aaS \quad (1)$	$\Rightarrow a^n baC \quad (4)$
$\Rightarrow aaaS \quad (1)$	$\Rightarrow a^n ba^m C \quad (4)$
\dots	\dots
$\Rightarrow a^n S \quad (1)$	$\Rightarrow a^n ba^m C \quad (4)$
$\Rightarrow a^n B \quad (2)$	$\Rightarrow a^n ba^m \quad (4)$

Kesimpulan: $L(G) = \{a^n ba^m \mid n \geq 1, m \geq 1\}$

Derivasi Kalimat dan Penentuan Bahasa

Latihan 2.

1. Tentukan derivasi kalimat terpendek dan kalimat umum dari grammar G_1 dengan $Q_1 = \{1. S \rightarrow aS, 2. S \rightarrow aB, 3. B \rightarrow bC, 4. C \rightarrow aC, 5. C \rightarrow a\}$.
2. Tentukan semua derivasi kalimat terpendek dari grammar G_2 dengan $Q_2 = \{1. S \rightarrow aSBC, 2. S \rightarrow abC, 3. bB \rightarrow bb, 4. bC \rightarrow bc, 5. CB \rightarrow BC, 6. cC \rightarrow cc\}$.

Tugas 1.

Buatlah kelompok maksimal 5 orang anggota dan buatlah sebuah kasus penentuan derivasi kalimat dari sebuah grammar yang harus dikerjakan oleh kelompok lain.

Grammar dan Bahasa | 13

Grammar dan Klasifikasi Chomsky

Berdasarkan komposisi bentuk ruas kiri dan ruas kanan produksinya ($\alpha \rightarrow \beta$), **Noam Chomsky** mengklasifikasikan 4 tipe grammar:

1 Grammar tipe ke-0: *Unrestricted Grammar* (UG)

Ciri: $\alpha, \beta \in (V_T \mid V_N)^*, |\alpha| > 0$

Aturan: Tidak ada batasan pada aturan produksi

Contoh.

$S \rightarrow A$

$C \rightarrow AB$

Grammar dan Bahasa | 14

Grammar dan Klasifikasi Chomsky

2 Grammar tipe ke-1: *Context Sensitive Grammar (CSG)*

Ciri: $\alpha, \beta \in (V_T | V_N)^*$, $0 < |\alpha| \leq |\beta|$

Aturan: Panjang string ruas kiri harus $<$ (lebih kecil) atau $=$ (sama dengan) ruas kanan

Contoh.

$Ab \rightarrow DeF$

$CD \rightarrow eF$

Grammar dan Klasifikasi Chomsky

3 Grammar tipe ke-2: *Context Free Grammar (CFG)*

Ciri: $\alpha \in V_N, \beta \in (V_T | V_N)^*$

Aturan: Ruas kiri haruslah tepat satu simbol variabel, yaitu simbol non terminal

Contoh.

$A \rightarrow DeF$

$C \rightarrow eF$

Grammar dan Klasifikasi Chomsky

4 Grammar tipe ke-3: *Regular Grammar* (RG)

Ciri: $\alpha \in V_N, \beta \in \{V_T, V_T V_N\}$, atau

$\alpha \in V_N, \beta \in \{V_T, V_N V_T\}$

Aturan: Ruas kanan hanya memiliki maksimal satu simbol non terminal

Contoh.

$A \rightarrow e$

$A \rightarrow efgH$

$A \rightarrow efg$

$C \rightarrow D$

Grammar dan Bahasa | 17

Grammar dan Klasifikasi Chomsky

Analisa Penentuan Type Grammar.

Contoh 1.

Tentukanlah type grammar G jika G memiliki $Q = \{S \rightarrow aB, B \rightarrow bB, B \rightarrow b\}$.

Jawab:

- **Ruas kiri:** Semua produksinya terdiri dari sebuah V_N . maka G kemungkinan tipe CFG atau RG.
- **Ruas kanan:** karena semua produksinya terdiri dari sebuah V_T atau string $V_T V_N$ maka G adalah RG.

Grammar dan Bahasa | 18

Grammar dan Klasifikasi Chomsky

Contoh 2.

Grammar G dengan $Q = \{S \rightarrow aA, S \rightarrow aB, aAb \rightarrow aBCb\}$.

Jawab.

- **Ruas kiri** mengandung string yang panjangnya lebih dari 1 (yaitu aAb) maka G kemungkinan tipe CSG atau UG.
- Semua **ruas kirinya lebih pendek** atau **sama dengan ruas kananya** maka G adalah CSG.

Grammar dan Klasifikasi Chomsky

Latihan 2.

Tentukanlah type grammar G berikut:

1. $Q_1 = \{S \rightarrow aAb, B \rightarrow aB\}$
2. $Q_2 = \{aS \rightarrow ab, SAc \rightarrow bc\}$
3. $Q_3 = \{S \rightarrow Ba, B \rightarrow Bb, B \rightarrow b\}$
4. $Q_4 = \{S \rightarrow aA, S \rightarrow aB, aAb \rightarrow aBCb\}$

Tugas 2.

Buatlah kelompok maksimal 5 orang anggota dan buatlah 2 buah kasus untuk penentuan type grammar derivasi kalimat dari sebuah grammar yang akan dikerjakan oleh kelompok lain.

