



CONTEXT FREE GRAMMAR (CFG)

FIRDAUS SOLIHIN

[KOMPONEN CFG]

- Terminal = ditulis huruf kecil {a, λ , .. }
- Non Terminal = ditulis huruf besar {A, S=Start Here, ...}
- Himpunan String / Kata yang terbentuk

[CFG]

- Bahasa yang mewakili CFG disebut Context Free Language (CFL)
- CFG memiliki ruang lingkup yang lebih luas dari pada RE, FA dan TG karena dapat mewakili sebagian Non Regular Language

[Contoh 1]

- RE = a^*

- CFG

$S \rightarrow aS$

$S \rightarrow \lambda$

$S \rightarrow aS$

$S \rightarrow aaS$

$S \rightarrow aaaS$

$S \rightarrow aaaS$

[Contoh 2]

- $Himp = \{\lambda, ab, aabb, aaabbb, \dots\}$

- CFG

$S \rightarrow aSb$

$S \rightarrow \lambda$

Atau

$S \rightarrow aSb \mid \lambda$

[Contoh 3]

- RE = $(a+b)^*$

- CFG

$S \rightarrow aS$

$S \rightarrow bS$

$S \rightarrow \lambda$

$S \rightarrow bS$

$S \rightarrow baS$

$S \rightarrow babS$

$S \rightarrow bab\lambda$

■ RE = $(a+b)^*$

■ CFG

$S \rightarrow X$

$S \rightarrow Y$

$X \rightarrow \lambda$

$Y \rightarrow aY$

$Y \rightarrow bY$

$Y \rightarrow a$

$Y \rightarrow b$

atau

$S \rightarrow X \mid Y$

$X \rightarrow \lambda$

$Y \rightarrow aY \mid bY \mid a \mid b$

■ RE = $(a+b)^*$

■ CFG

atau

$S \rightarrow aS$

$S \rightarrow aS \mid bS \mid a \mid b \mid \lambda$

$S \rightarrow bS$

$S \rightarrow a$

$S \rightarrow b$

$S \rightarrow \lambda$

[Latihan]

Buatlah CFG dari:

- $a^n b^{2n} \quad (n = 0, 1, 2 \dots)$
- $RE = (ab)^*$
- $RE = a^* b^*$



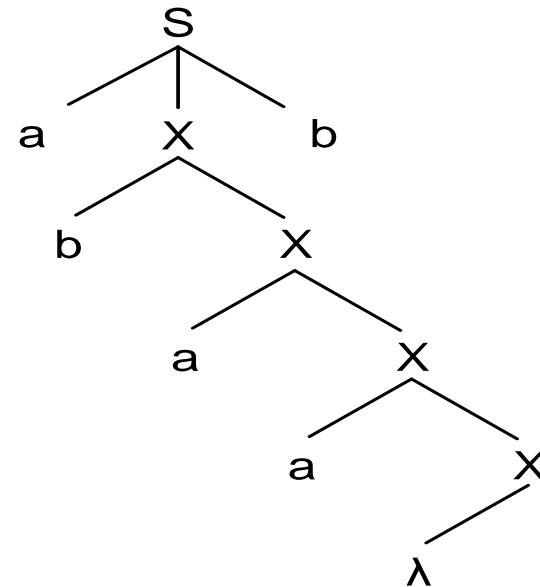
TREE

[TREE]

- Struktur pohon (tree) dapat digunakan untuk menggambarkan proses pembentukan kata/string dari CFG

- $S \rightarrow a X b \mid b X a$

$$x \rightarrow a X \mid b X \mid \lambda$$

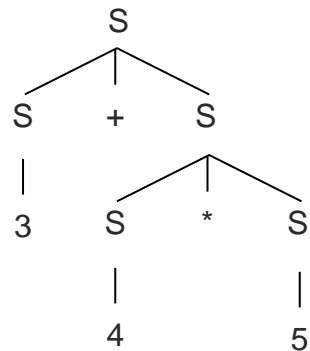


[Contoh]

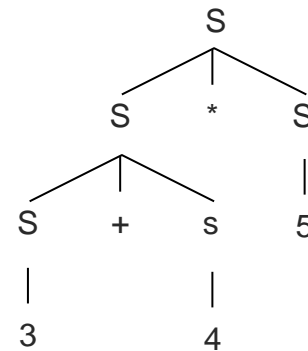
■ CFG

$S \rightarrow S + S \mid S * S \mid \text{angka}$

$\text{angka} \rightarrow 0 \mid 1 \mid 2 \mid 3 \mid \dots \mid 9$



Atau



[Ambiguous 1]

- Karena hasil keduanya tidak sama maka tidak dapat diimplementasikan pada pelajaran matematika.
- Untuk menyempurnakannya maka diberi tanda kurung = UNAMBIGUOUS

$S \rightarrow (S + S) \mid (S * S) \mid \text{angka}$

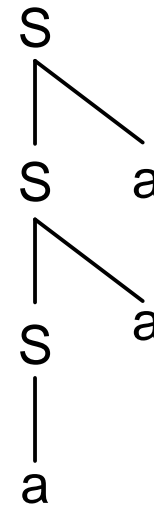
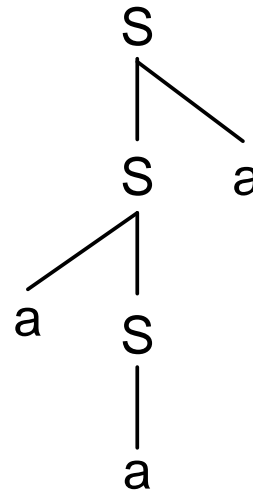
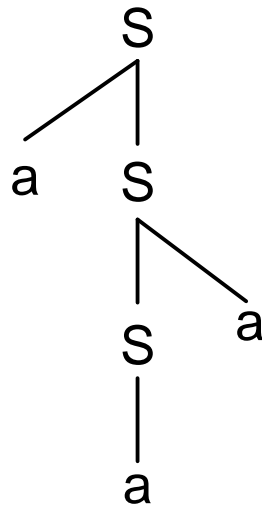
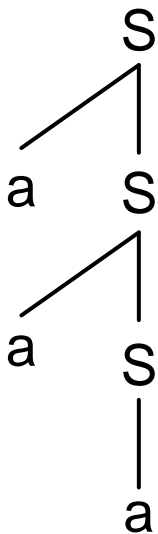
$\text{angka} \rightarrow 0 \mid 1 \mid 2 \mid 3 \dots\dots \mid 9$


[Ambiguous 2]

- CFG

$S \rightarrow a S \mid S a \mid a$

bentuk tree dari kata aaa



- 
- CFG diatas termasuk AMBIGUOUS
(Satu kata dapat dibentuk lebih dari 1 cara) karena untuk membentuk kata aaa dapat dengan lebih 1 cara.
 - Perbaiki CFG diatas
 $S \rightarrow a S \mid a$ UNAMBIGUOUS

[Contoh implementasi]

- $S \rightarrow * \mid + \mid \text{Angka}$
- $+ \rightarrow + + \mid + * \mid + \text{Angka} \mid * + \mid * * \mid *$
 $\text{Angka} \mid \text{Angka} + \mid \text{Angka} * \mid \text{Angka}$
 Angka
- $* \rightarrow * * \mid + * \mid + \text{Angka} \mid * + \mid * * \mid *$
 $\text{Angka} \mid \text{Angka} + \mid \text{Angka} * \mid \text{Angka}$
 Angka
- $\text{Angka} \rightarrow 0 \mid 1 \mid 3 \mid \dots \mid 9$

[

]

PREORDER

■ * + * + 1 2 + 3 4 5 6

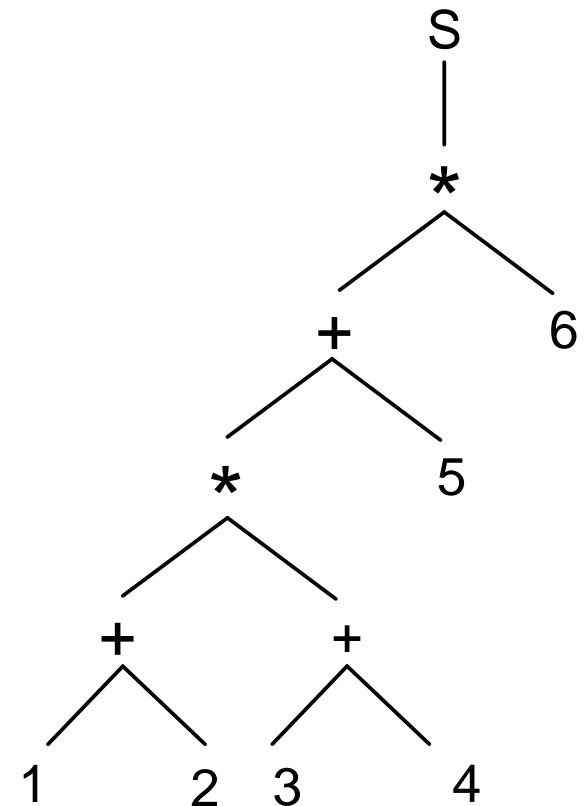
■ * + * + 1 2 7 5 6

■ * + * 3 7 5 6

■ * + 21 5 6

■ * 26 6

■ 156



[Latihan]

- Buatlah tree untuk membentuk kata disamping

1.	$S \rightarrow aSb \mid ab$	// ab	//abba
2.	$S \rightarrow aS \mid bS \mid a$	// aaaa	//baaa
3.	$S \rightarrow aS \mid aSb \mid X$	// aabb	//abab
	$X \rightarrow aXa \mid a$	// abaa	//bbaa

- Periksa CFG dibawah ini ambiguous?

4. $S \rightarrow aSb \mid Sb \mid Sa \mid a$
5. $S \rightarrow aaS \mid aaaS \mid a$



MEMBENTUK CFG dr FA

[FA to CFG]

- Semua bahasa yang tergolong Regular Language pasti dapat di ekspresikan dalam bentuk CFG
- Oleh karena itu, suatu CFG dapat dibentuk dari RE, FA maupun TG

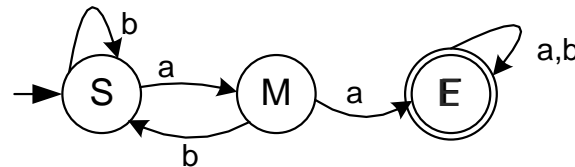
[Cara Mengubah FA ke CFG]

- Tiap State diberi nama
 - State awal atau State awal-akhir = S
 - Selain State awal = Huruf besar (non terminal)
- Buat rule sesuai dengan arah panah
- Khusus untuk state akhir diberi tambahan λ

Contoh 1

- Bahasa yang menerima semua string yang mempunyai double a

- FA



- CFG

$S \rightarrow aM \mid bS$

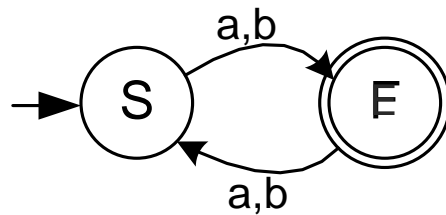
$M \rightarrow aE \mid bS$

$E \rightarrow aE \mid bE \mid \lambda$

[Contoh 2]

- Bahasa yang menerima semua string yang panjangnya ganjil

- FA



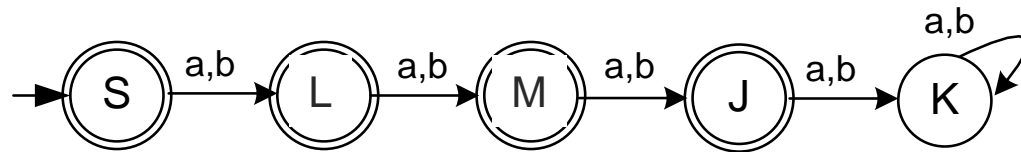
- CFG

$S \rightarrow aE \mid bE$

$F \rightarrow aS \mid bS \mid \lambda$

Contoh 3

- Bahasa yang menerima semua string yang panjangnya tidak lebih dari 3 karakter
- FA



- CFG
- $S \rightarrow aH \mid bL \mid \lambda$
 $L \rightarrow aM \mid bM \mid \lambda$
 $M \rightarrow aJ \mid bJ \mid \lambda$
 $J \rightarrow aK \mid bK \mid \lambda$
 $K \rightarrow aK \mid bK$



[CHOMSKY NORMAL FORM (CNF)]

[Teorema Chomsky]

- Setiap CFG yang mempunyai λ pada rulanya, dapat diubah menjadi CFG lain yang tidak mengandung λ .
- Jika CFG tersebut mewakili bahasa yang mengandung λ , maka CFG baru yang terbentuk memiliki bahasa yang sama tetapi tidak termasuk λ .

[Contoh]

- $S \rightarrow aSa \mid bSb \mid \lambda$

- $S \rightarrow a \mid Xb \mid aYa$

$$X \rightarrow Y \mid \lambda$$

$$Y \rightarrow b \mid X$$

- $S \rightarrow Xa$

$$X \rightarrow aX \mid bX \mid \lambda$$

- $S \rightarrow aSa \mid bSb \mid aa \mid bb$

- $S \rightarrow a \mid Xb \mid aYa \mid b \mid aa$

$$X \rightarrow Y$$

$$Y \rightarrow b \mid X$$

- $S \rightarrow Xa \mid a$

$$X \rightarrow aX \mid bX \mid a \mid b$$

[Definisi CNF]

- CNF adalah suatu CFG yang rule-rulunya selalu dalam bentuk :
 - Non Terminal \rightarrow String yang terdiri dari min 2 Non terminal
 - Non Terminal \rightarrow 1 terminal

[Contoh 1]

Rubahlah CFG ke bentuk CNF

- CFG = $S \rightarrow aSa \mid bSb \mid a \mid b \mid aa \mid bb$
- CNF = $S \rightarrow ASA \mid BSB \mid a \mid b \mid AA \mid BB$
 $A \rightarrow a$
 $B \rightarrow b$

[Contoh 2]

Rubahlah CFG ke bentuk CNF

- CFG = $S \rightarrow bA \mid aB$
 $A \rightarrow bAA \mid aS \mid a$
 $B \rightarrow aBB \mid bS \mid b$
- CNF = $S \rightarrow XA \mid YB$
 $A \rightarrow XAA \mid YS \mid a$
 $B \rightarrow YBB \mid XS \mid b$
 $X \rightarrow b$
 $Y \rightarrow a$