

## MODUL XIII

# TEORI BAHASA DAN AUTOMATA

Tujuan :

Mahasiswa memahami tentang bentuk normal greibach (GNF) dan dapat menurunkan dari suatu tata bahasa bebas konteks

Materi :

- Pengertian GNF
- Pembentukan *GNF* dengan Substitusi

# BENTUK NORMAL GREIBACH

## Pengertian Bentuk Normal Greibach

*Bentuk Normal Greibach* merupakan bentuk normal yang memiliki banyak konsekuensi teoritis dan praktis. Dalam *bentuk normal Greibach* kita membatasi posisi munculnya terminal-terminal dan variabel-variabel. Suatu tata bahasa bebas konteks (CFG) dikatakan dalam *bentuk normal Greibach/ Greibach Normal Form*, selanjutnya kita sebut sebagai GNF, jika setiap aturan produksinya ada dalam bentuk:

$$A \rightarrow a\alpha$$

$a$  : symbol terminal (tunggal),  $a \in T$

$\alpha$  : rangkaian symbol-simbol variabel ( $V^*$ )

Atau dengan kata lain, suatu tata bahasa bebas konteks dalam *bentuk normal Greibach* bila hasil produksinya (ruas kanan) diawali dengan satu symbol terminal, selanjutnya bisa diikuti oleh rangkaian symbol variabel.

Contoh tata bahasa bebas konteks dalam *bentuk normal Greibach*:

$$S \rightarrow a \mid aAB$$

$$A \rightarrow aB$$

$$B \rightarrow cS$$

Untuk dapat diubah ke dalam *bentuk normal Greibach*, tata bahasa semula harus memenuhi syarat:

- Sudah dalam *bentuk normal Greibach*
- Tidak bersifat rekursif kiri
- Tidak menghasilkan  $\varepsilon$

Terdapat dua cara pembentukan *bentuk normal Greibach*, yaitu melalui substitusi dan perkalian matriks. Pada bagian berikutnya kita membahas kedua cara tersebut.

## Pembentukan *Bentuk Normal Greibach* dengan Substitusi

Secara umum langkah-langkah untuk mendapatkan *bentuk normal Greibach*:

1. Tentukan urutan symbol-simbol variabel yang ada dalam tata bahasa. Misalkan terdapat  $m$  variabel dengan urutan  $A_1, A_2, \dots, A_m$
2. Berdasarkan urutan symbol yang ditetapkan pada langkah (1) seluruh aturan produksi yang ruas kanannya diawali dengan symbol variabel dapat dituliskan dalam bentuk

$$A_n \rightarrow A_i\gamma$$

dimana  $h < i$  (rekursif kirisudah dihilangkan),  $\gamma$  bisa berupa symbol-simbol variabel.

- a. Jika  $h < i$ , aturan produksi ini sudah benar (tidak perlu diubah)
- b. Jika  $h > i$ , aturan produksi belum benar. Lakukan substitusi berulang-ulang terhadap  $A_i$  (ganti  $A_i$  pada produksi ini dengan ruas kanan produksi dari variabel  $A_i$ ) sehingga suatu saat diperoleh produksi dalam bentuk:

$$A_h \rightarrow A_p \gamma \text{ (dimana } h \leq p \text{)}$$

- i.  $h = p$ , lakukan penghilangan rekursif kiri
  - ii.  $h < p$ , aturan produksi sudah benar
3. Jika terjadi penghilangan rekursif kiri pada tahap (2b), sejumlah symbol variabel baru yang muncul dari operasi ini dapat disisipkan pada urutan variabel semula dimana saja asalkan ditempatkan tidak sebelum  $A_h$  (dikiri).
  4. Setelah langkah (2) dan (3) dikerjakan maka aturan –aturan produksi yang ruas kanannya dimulai symbol variabel sudah berada dalam urutan yang benar

$$A_x \rightarrow A_y \gamma \text{ (dimana } x \leq y \text{)}$$

Produksi-produksi yang lain ada dalam bentuk:

$$A_h \rightarrow a \gamma \text{ (a = symbol terminal)}$$

$$B_x \rightarrow \gamma$$

( $B_x$  = symbol variabel baru yang muncul sebagai akibat dari operasi penghilangan rekursif kiri)

5. *Bentuk normal Greibach* diperoleh dengan cara melakukan substitusi mundur mulai dari variabel  $A_m$ , lalu  $A_{m-1}$ ,  $A_{m-2}$ , .... Dengan cara ini aturan produksi dalam bentuk  $A_x \rightarrow A_y \gamma$  dapat diubah sehingga ruas kanannya dimulai dengan symbol terminal.
6. Produksi yang dalam bentuk  $B_x \rightarrow \gamma$  juga dapat diubah dengan cara substitusi seperti pada langkah (5)

### Contoh

(tata bahasa bebas konteks sudah dalam *bentuk normal Chomsky* dan memenuhi syarat untuk diubah ke *bentuk normal Greibach*), symbol awal adalah S:

$$S \rightarrow CA$$

$$A \rightarrow a \mid d$$

$$B \rightarrow b$$

$$C \rightarrow DD$$

$$D \rightarrow AB$$

Tentukan urutan symbol variabel, misalnya S, A, B, C, D ( $S < A < B < C < D$ ).

Perhatikan:

urutan tersebut boleh anda tentukan sendiri, buatlah urutan sedemikian sehingga memudahkan untuk proses selanjutnya.

Periksa aturan produksi yang symbol pertama pada ruas kanan adalah symbol variabel, apakah sudah memenuhi ketentuan urutan variabel:

- $S \rightarrow CA$  ( sudah memenuhi karena  $S < C$ )
- $C \rightarrow DD$  ( sudah memenuhi karena  $C < D$ )
- $D \rightarrow AB$  ( sudah memenuhi karena  $D > A$ )

Yang belum memenuhi urutan yang kita tentukan adalah  $D \rightarrow AB$ , karena ruas kiri  $>$  symbol pertama pada ruas kanan. Maka kita lakukan substitusi pada symbol variabel A, aturan produksi menjadi:

$$D \rightarrow aB \mid dB$$

Setelah semua aturan produksi sudah memenuhi ketentuan urutan variabel, kita lakukan substitusi mundur pada aturan produksi yang belum dalam *bentuk normal Greibach* (' $\Rightarrow$ ' dibaca 'menjadi')

- $C \rightarrow DD \Rightarrow C \rightarrow aBD \mid dBD$
- $S \rightarrow CA \Rightarrow S \rightarrow aBDA \mid dBDA$

Perhatikan :

substitusi mundur dimulai dari aturan produksi yang memiliki ruas kiri dengan urutan variabel paling akhir ( kasus diatas:  $S < A < B < C < D$ , maka C lebih dulu disubstitusi daripada S).

Hasil akhir aturan produksi yang sudah dalam *bentuk normal Greibach*:

$$S \rightarrow aBDA \mid dBDA$$

$$A \rightarrow a \mid d$$

$$B \rightarrow b$$

$$C \rightarrow aBD \mid dBD$$

$$D \rightarrow aB \mid dB$$

Perhatikan : setiap substitusi kita lakukan pada symbol variabel pertama pada ruas kanan (pada aturan produksi yang belum *bentuk normal Greibach* tentunya).

Prinsipnya:

- Biarkan aturan produksi yang sudah dalam *bentuk normal Greibach*
- Tentukan pengurutan simbol variabel, berdasarkan kondisi aturan produksi yang ada buatlah urutan sedemikian sehingga memudahkan untuk proses selanjutnya. Mulailah terlebih dahulu dari simbol awal.
- Lakukan perubahan pada aturan produksi yang belum memenuhi ketentuan urutan tersebut dan bila perlu selama proses itu bisa dilakukan substitusi dan penghilangan rekursif kiri
- Lakukan substitusi mundur sedemikian rupa sehingga semua aturan produksi akan diawali dengan tepat sebuah simbol terminal. Proses substitusi mundur mulai dari aturan produksi dengan urutan paling akhir.
- Lakukan substitusi mundur juga pada aturan produksi baru yang muncul sebagai hasil penghilangan rekursif kiri.

Contoh (simbol awal A):

$$A \rightarrow BC$$

$$B \rightarrow CA \mid b$$

$$C \rightarrow AB \mid a$$

Kita tentukan urutan simbol: A,B,C ( $A < B < C$ )

$A \rightarrow BC$  (sudah memenuhi karena  $A < B$ )

$B \rightarrow CA$  (sudah memenuhi karena  $B < C$ )

$C \rightarrow AB$  (padahal  $C > A$  sehingga harus diubah)

Pengubahan  $C \rightarrow AB$

$$C \rightarrow AB \Rightarrow C \rightarrow BCB \Rightarrow C \rightarrow CACB \mid bCB$$

Untuk  $C \rightarrow CACB$  lakukan penghilangan rekursif kiri menjadi

- $C \rightarrow bCBZ_1 \mid aZ_1$
- $Z_1 \rightarrow ACB$
- $Z_1 \rightarrow ACBZ_1$

Kita lihat seluruh hasil produksi dari variabel C, sudah dalam bentuk normal Greibach:

$$C \rightarrow bCBZ_1 \mid aZ_1 \mid bCB \mid a$$

Setelah semua aturan produksi sudah memenuhi ketentuan urutan variabel, kita lakukan substitusi mundur:

$$B \rightarrow CA \Rightarrow B \rightarrow bCB Z_1 A \mid a Z_1 A \mid bCBA \mid aA$$

$$A \rightarrow BC \Rightarrow A \rightarrow bCB Z_1 AC \mid a Z_1 AC \mid bCBAC \mid aAC \mid bC$$

Selanjutnya lakukan pula substitusi pada aturan produksi dengan variabel baru yang terbentuk (pada contoh ini  $Z_1$ ):

- $Z_1 \rightarrow ACB \Rightarrow Z_1 \rightarrow bCB Z_1 ACCB \mid a Z_1 ACCB \mid bCBACCB \mid aACCB \mid bCCB$
- $Z_1 \rightarrow ACB Z_1 \Rightarrow Z_1 \rightarrow bCB Z_1 ACCB Z_1 \mid a Z_1 ACCB Z_1 \mid bCBACCB Z_1 \mid aACCB Z_1 \mid bCCB Z_1$

Hasil akhir aturan produksi dalam bentuk normal greibach:

$$A \rightarrow bCB Z_1 AC \mid a Z_1 AC \mid bCBAC \mid aAC \mid bC$$

$$B \rightarrow bCB Z_1 A \mid a Z_1 A \mid bCBA \mid aA \mid b$$

$$C \rightarrow bCB Z_1 \mid a Z_1 \mid bCB \mid a$$

$$Z_1 \rightarrow bCB Z_1 ACCB \mid a Z_1 ACCB \mid bCBACCB \mid aACCB \mid bCCB$$

$$Z_1 \rightarrow bCB Z_1 ACCB Z_1 \mid a Z_1 ACCB Z_1 \mid bCBACCB Z_1 \mid aACCB Z_1 \mid bCCB Z_1$$