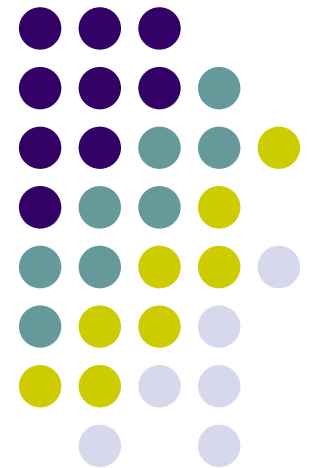


Teknik Kompiler 7

oleh: **antonius rachmat c,**
s.kom





Transformasi TBBK

- Dimaksudkan untuk memperoleh TBBK yang memenuhi kriteria-kriteria tertentu yang lebih efisien.
- Transformasi boleh dilakukan asalkan tidak mengganggu maksud dan bahasa yang dihasilkan dari TBBK baru.
- TBBK dapat disederhanakan dengan:
 - Penghilangan produksi *useless*
 - Penghilangan produksi unit
 - Penghilangan produksi himpunan kosong



Transformasi TBBK

- Penyederhanaan TBBK bertujuan untuk melakukan pembatasan sehingga tidak menghasilkan pohon sintaks yang rumit dan tidak berarti.
- *Contoh :*
 $S \Rightarrow AB \mid a$
 $A \Rightarrow a.$
- Kelemahannya adalah aturan produksi $S \Rightarrow AB$ **tidak berarti (*useless*)** karena B tidak memiliki penurunan.



TBBK Kompleks

- *Contoh lain:*

$S \Rightarrow A$

$A \Rightarrow B$

$B \Rightarrow C$

$C \Rightarrow D$

$D = a \mid A$

- Kelemahan :

- jalannya terlalu panjang, padahal berujung pada $S \Rightarrow a$
- produksi $D \Rightarrow A$ juga dapat menyebabkan kerumitan (rekursif)



Produksi Useless

- Adalah produksi yang memuat simbol variabel yang tidak memiliki penurunan yang akan menghasilkan terminal seluruhnya / hasil akhir menuju terminal
- Produksi ini tidak berguna karena bila diturunkan tidak akan selesai (masih ada simbol variabel yang tersisa).
 - Produksi ini juga tidak akan dicapai dengan cara apapun sehingga produksi ini redundan.
- *Contoh :*
 $S \Rightarrow aSa \mid \mathbf{Abd} \mid Bde$
 $A \Rightarrow \mathbf{Ada}$
 $B \Rightarrow BBB \mid a$



Produksi Useless (2)

$S \Rightarrow aSa \mid Abd \mid Bde$

$A \Rightarrow Ada$

$B \Rightarrow BBB \mid a$

- Dapat dilihat bahwa:

Simbol A tidak memiliki penurunan yang menuju terminal sehingga bisa dihilangkan.

- Maka $A \Rightarrow Ada$ dihilangkan dan $S \Rightarrow Abd$ tidak memiliki penurunan

Sehingga dapat disederhanakan sebagai berikut:

$S \Rightarrow aSa \mid Bde$

$B \Rightarrow BBB \mid a$



Produksi Useless (3)

- *Contoh lain:*

$S \Rightarrow Aa \mid B$

$A \Rightarrow ab \mid D$

$B \Rightarrow b \mid E$

$C \Rightarrow bb$

$E \Rightarrow aEa$

- Bisa dilihat bahwa:

- Pada $A \Rightarrow D$, simbol D tidak mengalami penurunan.
- Pada $C \Rightarrow bb$, bila kita mencoba melakukan penurunan dari S, tidak akan mencapai C.
- Simbol $E \Rightarrow aEa$ tidak memiliki terminal, sehingga konsekuensinya $B \Rightarrow E$ juga tidak akan selesai.

Produksi Useless (4)



$S \Rightarrow Aa \mid B$

$A \Rightarrow ab \mid D$

$B \Rightarrow b \mid E$

$C \Rightarrow bb$

$E \Rightarrow aEa$

- Dari aturan produksi diatas, maka aturan produksi yang *useless*:

$A \Rightarrow D$

$C \Rightarrow bb$

$E \Rightarrow aEa$

$B \Rightarrow E$

- Maka TBBK tersebut dapat disederhanakan menjadi:

$S \Rightarrow Aa \mid B$

$A \Rightarrow ab$

$B \Rightarrow b$

Produksi Himpunan Kosong (ε)



- Produksi ε adalah produksi yang berbentuk:
 $A \Rightarrow \varepsilon$
- Penghilangan produksi ε dilakukan dengan melakukan **penggantian semua produksi** yang memuat variabel yang bisa menuju produksi ε .
- *Contoh :*
 $S \Rightarrow bcAd$
 $A \Rightarrow \varepsilon$
- Karena $A \Rightarrow \varepsilon$, maka variabel A bisa diiadakan, sehingga:
 $S \Rightarrow bcd$



Produksi Himpunan Kosong (2)

- *Contoh:*

$$S \Rightarrow bcAd$$

$$A \Rightarrow bd \mid \varepsilon$$

- Karena $A \Rightarrow \varepsilon$ bukan satu-satunya produksi dari A , maka hasil penyederhanaan:

$$S \Rightarrow bcAd \mid bcd$$

$$A \Rightarrow bd$$



Produksi Himpunan Kosong (3)

- *Contoh:*
 $S \Rightarrow AaCD$
 $A \Rightarrow CD \mid AB$
 $B \Rightarrow b \mid \varepsilon$
 $C \Rightarrow d \mid \varepsilon$
 $D \Rightarrow \varepsilon$
- Variabel yang *nullable* (ε) adalah B, C, dan D
- Kita lihat $A \Rightarrow CD$ maka berarti akan sama dengan $A \Rightarrow \varepsilon$,
- Karena D hanya menurunkan ε , $D \Rightarrow \varepsilon$ maka kita sederhanakan D dulu:
 $S \Rightarrow AaCD$ menjadi $S \Rightarrow AaC$
 $A \Rightarrow CD$ menjadi $A \Rightarrow C$
 $D \Rightarrow \varepsilon$ kita hapus.



Produksi Himpunan Kosong (4)

- Kemudian variabel B dan C juga menurunkan ε , walaupun bukan satu-satunya penurunan, sehingga:

$A \Rightarrow AB$ menjadi $A \Rightarrow AB \mid A$

$S \Rightarrow AaC$ menjadi $S \Rightarrow AaC \mid Aa$

$B \Rightarrow \varepsilon$ dan $C \Rightarrow \varepsilon$ dihapus

- Sehingga hasil akhir :

$S \Rightarrow AaC \mid Aa$

$A \Rightarrow C \mid AB \mid A$

$B \Rightarrow b$

$C \Rightarrow d$



Produksi Himpunan Kosong (5)

- Contoh:

$S \Rightarrow aSbS \mid bSaS \mid \varepsilon$

- Maka hilangkan $S \Rightarrow \varepsilon$

$S \Rightarrow aSbS \mid bSaS \mid aSb \mid abS \mid ab \mid bSa \mid$
 $baS \mid ba$



Produksi Unit (Tunggal)

- Produksi unit adalah produksi dimana ruas kiri dan kanan adalah **simbol variabel**. Hal ini membuat TBBK menjadi rumit dan panjang.
- *Contoh:*
 $S \Rightarrow Sb$
 $S \Rightarrow C \quad //\text{produksi unit}$
 $C \Rightarrow D \quad //\text{produksi unit}$
 $C \Rightarrow ef$
 $D \Rightarrow dd$
- Proses penggantian, dimulai dari aturan produksi yang **paling dekat menuju ke penurunan terminal-terminal**.
 $C \Rightarrow D$ menjadi $C \Rightarrow dd$
 $S \Rightarrow C ; C \Rightarrow ef$ atau $C \Rightarrow dd$, maka menjadi $S \Rightarrow dd \mid ef$
- Sehingga mengalami penyederhanaan:
 $S \Rightarrow Sb$
 $S \Rightarrow dd \mid ef$
 $C \Rightarrow dd$
 $C \Rightarrow ef$
 $D \Rightarrow dd$

Produksi Unit (2)



- *Contoh TBBK:*
S \Rightarrow A //produksi unit
S \Rightarrow Aa
A \Rightarrow B //produksi unit
B \Rightarrow C //produksi unit
B \Rightarrow b
C \Rightarrow D //produksi unit
C \Rightarrow ab
D \Rightarrow b
- Penggantian:
C \Rightarrow D menjadi C \Rightarrow b
B \Rightarrow C menjadi B \Rightarrow b | ab karena B \Rightarrow b sudah ada, maka cukup ditulis B \Rightarrow ab
A \Rightarrow B menjadi A \Rightarrow ab | b
S \Rightarrow A menjadi S \Rightarrow ab | b
- Maka hasil akhir:
S \Rightarrow ab | b | Aa
A \Rightarrow ab | b
B \Rightarrow ab | b
C \Rightarrow b | ab
D \Rightarrow b



Produksi Unit (3)

- Contoh:

$$S \Rightarrow S + T$$

$$T \Rightarrow T * F \mid F \quad // \text{produksi unit}$$

$$F \Rightarrow (S) \mid a$$

- Maka hilangkan $T \Rightarrow F$
- Karena $F \Rightarrow (S) \mid a$, maka: $T \Rightarrow T * F \mid (S) \mid a$
- Jadi:

$$S \Rightarrow S + T$$

$$T \Rightarrow T * F \mid (S) \mid a$$

$$F \Rightarrow (S) \mid a$$



Prakteknya

- Pada prakteknya ketiga penyederhanaan tersebut dilakukan bersama-sama yang akan mempersiapkan TBBK tersebut menuju ke bentuk normal **Chomsky** (CNF).
- Penghilangan produksi ε dapat menghasilkan produksi unit,
- penghilangan produksi unit tidak akan menghasilkan produksi ε ,
- penghilangan produksi *useless* tidak akan menghasilkan produksi ε dan produksi unit.
- Jadi urutan pengerjaannya adalah:
 - Hilangkan produksi ε
 - Hilangkan produksi unit
 - Hilangkan produksi *useless*

Contoh praktek



- Contoh:
 $S \Rightarrow AA \mid C \mid bd$
 $A \Rightarrow Bd \mid \varepsilon$
 $B \Rightarrow AB \mid d$
 $C \Rightarrow de$
- Kita hilangkan produksi ε
 $S \Rightarrow A \mid AA \mid C \mid bd$
 $A \Rightarrow Bd$
 $B \Rightarrow AB \mid B \mid d$
 $C \Rightarrow de$
- Penghilangan produksi unit:
 $S \Rightarrow Bd \mid AA \mid de \mid bd$
 $A \Rightarrow Bd$
 $B \Rightarrow AB \mid d$
 $C \Rightarrow de$
- Penghilangan produksi useless:
 $C \Rightarrow de$ tidak berguna,

 $S \Rightarrow Bd \mid AA \mid de \mid bd$
 $A \Rightarrow Bd$
 $B \Rightarrow AB \mid d$



Bentuk CNF

- Bentuk normal Chomsky (CNF)
 - Adalah suatu TBBK yang telah mengalami penghilangan produksi unit, produksi useless, dan produksi ϵ .
 - CNF ruas kanannya memiliki tepat berupa **sebuah** terminal atau **dua** non terminal.
- *Contoh CNF :*
 - $A \Rightarrow BC \mid b$
 - $B \Rightarrow a$
 - $C \Rightarrow BA \mid d$

Algoritma CYK

oleh J. Cocke, DH Younger dan T. Kasami



- Algoritma ini digunakan untuk parsing dari keanggotaan TBBK yang CNF. Obyektifnya adalah apakah suatu string diterima oleh suatu TBBK
- **Algoritma CYK:**
 1. Start
 2. for $x=1$ to n do:
 3. $V_{x1} := (A \mid A \Rightarrow a$ aturan produksi dimana simbol ke- x adalah a)
 4. for $j=2$ to n do begin
 5. for $i=1$ to $(n-j+1)$ do begin
 6. $V_{ij} = \varepsilon$ (inisialisasi)
 7. for $k=1$ to $(j-1)$ do
 8. $V_{ij} = V_{ij} \cup (A \mid A \Rightarrow BC$, adalah suatu produksi dimana B di V_{ik} dan C di $V_{i+k, j-k}$)
 9. end for i
 10. end for j
 11. finish



Algoritma CYK (2)

- *Keterangan:*
 - Dimana n adalah panjang string, i adalah kolom ke... dan j adalah baris ke...
 - Tahapan no 1 dan 2 untuk mengisi tabel baris pertama kolom ke 1 s/d n
 - Tahapan no 3, iterasi dari baris 2 sampai ke n
 - Tahapan no 4 untuk mengisi kolom 1 sampai $(n - \text{baris} + 1)$ pada suatu baris tertentu
 - Tahapan no 5 inialisasi V_{ij} dengan himpunan kosong
 - Tahapan no 6 dan 7 iterasi untuk memeriksa mana saja yang menjadi anggota V_{ij}
- *Contoh CNF:*
 - $S \Rightarrow AB \mid BC$
 - $A \Rightarrow BA \mid a$
 - $B \Rightarrow CC \mid b$
 - $C \Rightarrow AB \mid a$
- Periksa apakah string “baaba” masuk dalam TBBK tersebut!

Contoh CYK

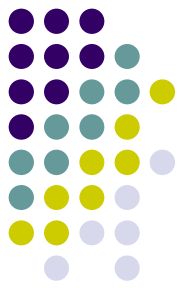
Contoh CNF:

$S \Rightarrow AB \mid BC$

$A \Rightarrow BA \mid a$

$B \Rightarrow CC \mid b$

$C \Rightarrow AB \mid a$



- Tabel awal untuk V_{ij} (V kolom, baris),

	b	a	a	b	a
	1	2	3	4	5
1					
2					
3					
4					
5					

- $N = 5$, maka inisialisasi baris pertama adalah:
 - V_{11} kita menerima input 'b'. TBBK yang bisa menurunkan 'b' adalah $B \Rightarrow b$ sehingga kita isi $V_{11} = \{B\}$
 - V_{21} kita menerima input 'a'. TBBK yang bisa menurunkan 'a' adalah $A \Rightarrow a$ dan $C \Rightarrow a$ sehingga kita isi $V_{21} = \{A, C\}$
 - V_{31} kita menerima input 'a'. TBBK yang bisa menurunkan 'a' adalah $A \Rightarrow a$ dan $C \Rightarrow a$ sehingga kita isi $V_{31} = \{A, C\}$
 - V_{41} kita menerima input 'b'. TBBK yang bisa menurunkan 'b' adalah $B \Rightarrow b$ sehingga kita isi $V_{41} = \{B\}$
 - V_{51} kita menerima input 'a'. TBBK yang bisa menurunkan 'a' adalah $A \Rightarrow a$ dan $C \Rightarrow a$ sehingga kita isi $V_{51} = \{A, C\}$



Contoh CNF:

$S \Rightarrow AB \mid BC$
 $A \Rightarrow BA \mid a$
 $B \Rightarrow CC \mid b$
 $C \Rightarrow AB \mid a$

Hasilnya:

	b	a	a	B	a
	1	2	3	4	5
1	B	A,C	A,C	B	A,C
2					
3					
4					
5					

- Baris 2 sampai n adalah:
- Pada baris 2 ($j=2$) ($i=1$ s/d $(5-2+1)$) ($k=1$ s/d $(2-1)$):
 - V_{12} , periksa $V_{ik} - V_{i+k, j-k}$, berarti $V_{11} - V_{21}$, yaitu B dan A,C. Yang menurunkan BA atau BC adalah S dan A maka kita isi $V_{12} = \{S, A\}$
 - V_{22} , periksa $V_{ik} - V_{i+k, j-k}$, berarti $V_{21} - V_{31}$, yaitu AC dan AC. Yang menurunkan AA, AC, CA, atau CC adalah B maka kita isi $V_{22} = \{B\}$
 - V_{32} , periksa $V_{ik} - V_{i+k, j-k}$, berarti $V_{31} - V_{41}$, yaitu AC dan B. Yang menurunkan AB dan CB adalah S dan C maka kita isi $V_{32} = \{S, C\}$
 - V_{42} , periksa $V_{ik} - V_{i+k, j-k}$, berarti $V_{41} - V_{51}$, yaitu BA dan C. Yang menurunkan BA dan BC adalah S dan A maka kita isi $V_{42} = \{S, A\}$

Contoh CNF:

$S \Rightarrow AB \mid BC$
 $A \Rightarrow BA \mid a$
 $B \Rightarrow CC \mid b$
 $C \Rightarrow AB \mid a$



Sehingga hasilnya:

b	a	a	b	a
---	---	---	---	---

	1	2	3	4	5
1	B	A,C	A,C	B	A,C
2	S,A	B	S,C	S,A	
3					
4					
5					

- Baris ke-3 ($j=3$) ($i=1$ s/d $(5-3+1)$) ($k=1$ s/d $(3-1)$)
- V_{13} , periksa $V_{ik} - V_{i+k, j-k}$, berarti $V_{11} - V_{22}$ & $V_{12} - V_{31}$ yaitu B-B dan SA-AC. Yang menurunkan BB, SA, SC, AA atau AC adalah tidak ada (ϵ) maka kita isi $V_{13} = \{\epsilon\}$
- V_{23} , periksa $V_{ik} - V_{i+k, j-k}$, berarti $V_{21} - V_{32}$ & $V_{22} - V_{41}$ yaitu AC-SC dan B-B. Yang menurunkan AS, AC, CS, CC atau BB adalah B maka kita isi $V_{23} = \{B\}$
- V_{33} , periksa $V_{ik} - V_{i+k, j-k}$, berarti $V_{31} - V_{42}$ & $V_{32} - V_{51}$ yaitu AC-SA dan SC-AC. Yang menurunkan AS, AA, CS, CA, SA, SC, CA atau CC adalah B maka kita isi $V_{33} = \{B\}$



Contoh CNF:

$S \Rightarrow AB \mid BC$

$A \Rightarrow BA \mid a$

$B \Rightarrow CC \mid b$

$C \Rightarrow AB \mid a$

Sehingga hasilnya:

b	a	a	b	a
---	---	---	---	---

	1	2	3	4	5
1	B	A,C	A,C	B	A,C
2	S,A	B	S,C	S,A	
3	ϵ	B	B		
4					
5					

- Baris 4 ($j=4$) ($i=1$ s/d ($5-4+1$)) ($k=1$ s/d 3)
- V_{14} , periksa $V_{ik} - V_{i+k, j-k}$, berarti $V_{11} - V_{23}$ & $V_{12} - V_{32}$ & $V_{13} - V_{41}$ yaitu B-B & SA-SC & ϵ -B. Yang menurunkan BB, SS, SC, AS, atau AC adalah tidak ada maka kita isi $V_{14} = \{\epsilon\}$
- V_{24} , periksa $V_{ik} - V_{i+k, j-k}$, berarti $V_{21} - V_{33}$ & $V_{22} - V_{42}$ & $V_{23} - V_{51}$ yaitu AC-B & BS-A & BA-C. Yang menurunkan AC, AB, BS, BA, atau BC adalah S,C,A maka kita isi $V_{24} = \{S,C,A\}$

Contoh CYK (5)

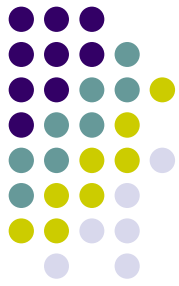
Contoh CNF:

$S \Rightarrow AB \mid BC$

$A \Rightarrow BA \mid a$

$B \Rightarrow CC \mid b$

$C \Rightarrow AB \mid a$



Sehingga hasilnya:

b	a	a	b	a
---	---	---	---	---

	1	2	3	4	5
1	B	A,C	A,C	B	A,C
2	S,A	B	S,C	S,A	
3	ϵ	B	B		
4	ϵ	S,C,A			

- Baris ke-5 ($j=5$) ($i=1$ s/d $(5-5+1)$) ($k=1$ s/d 4)
- V_{15} , periksa $V_{ik}-V_{i+k, j-k}$, berarti $V_{11}-V_{24}$ & $V_{12}-V_{33}$ & $V_{13}-V_{42}$ & $V_{14}-V_{51}$ yaitu B-SAC & SA-B & ϵ -SA & ϵ -AC. Yang menurunkan BA, BC, SA, SB atau AB adalah A, S, C maka kita isi $V_{15} = \{A, S, C\}$

Contoh CYK (6)

Hasil akhir:

b	a	a	b	a
---	---	---	---	---

	1	2	3	4	5
1	B	A,C	A,C	B	A,C
2	S,A	B	S,C	S,A	
3	ϵ	B	B		
4	ϵ	S,C,A			
5	A, S, C				

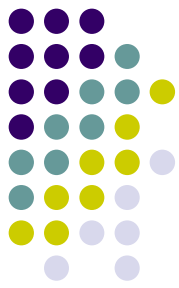
Contoh CNF:

$S \Rightarrow AB \mid BC$

$A \Rightarrow BA \mid a$

$B \Rightarrow CC \mid b$

$C \Rightarrow AB \mid a$



- Syarat suatu string diterima oleh TBBK adalah $V1n$ memuat simbol awal (S). Terlihat bahwa pada $V15$ memuat simbol S, maka string “baaba” diterima
- Bagaimana: “aaab”?

NEXT

- Normal Geibach
- PDA
- Semantic Analysis
- Tabel Symbol

