





PUSHDOWN AUTOMATA & TURING MACHINE

Mahasiswa memahami keleluasaan mendefinisikan bahasa melalui PDA dan TM (dibanding FA)

Materi Pertemuan

- **Komponen PDA** 
- **Membentuk PDA dari CFG** 
- **Komponen Mesin Turing** 
- **Tugas Mingguan X** 

Komponen PDA (1)

1. Himpunan berhingga alphabet Σ
input string untuk PDA dibentuk dari himpunan ini

2. Sebuah state **START** 

state untuk memulai penelusuran

3. Satu atau lebih operator **READ** 

state untuk melakukan pembacaan karakter input string

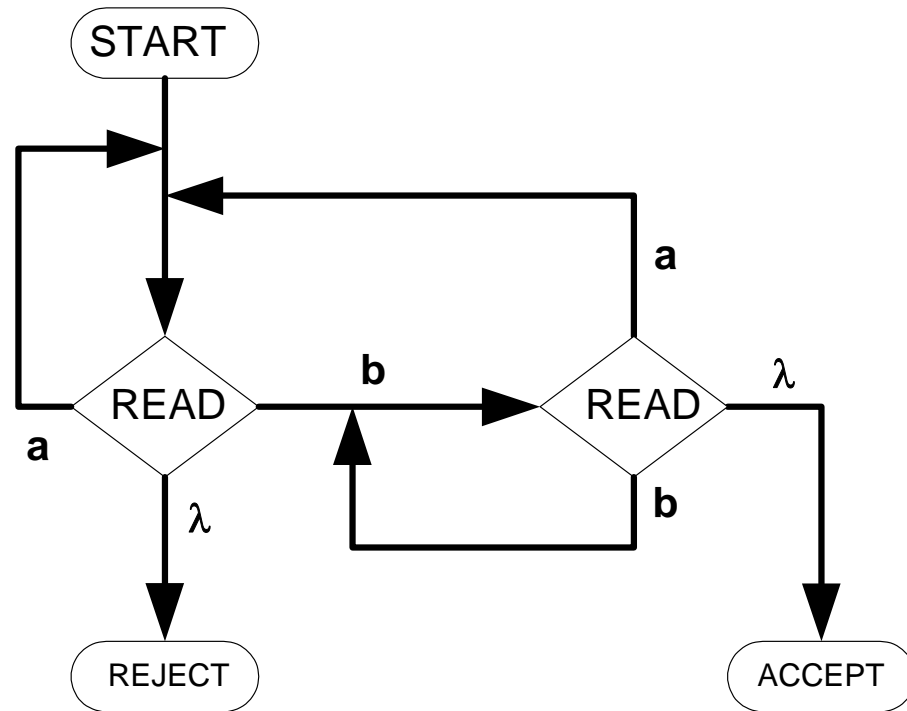
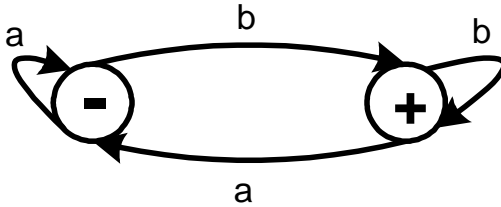
4. Dua atau lebih halt state yang berbentuk state **ACCEPTED** dan **REJECTED**



input string dikenali jika penelusuran berhenti pada state **ACCEPTED**

Komponen PDA (2)

Contoh :



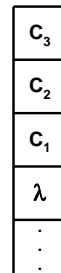
Komponen PDA (3)

5. Sebuah INPUT TAPE yang berisi sel-sel

Sel i	Sel ii	Sel iii	Sel iv	
c_1	c_2	c_3	λ	...

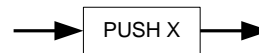
untuk menampung karakter-karakter input string

6. Sebuah PUSHDOWN STACK



untuk menampung karakter yang telah terbaca

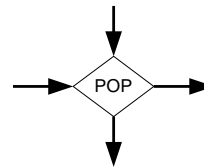
7. Satu atau lebih operator PUSH



Jumlah outgoing edge = 1,
tetapi incoming edge ≥ 1

untuk memasukkan karakter yang telah terbaca ke dalam stack

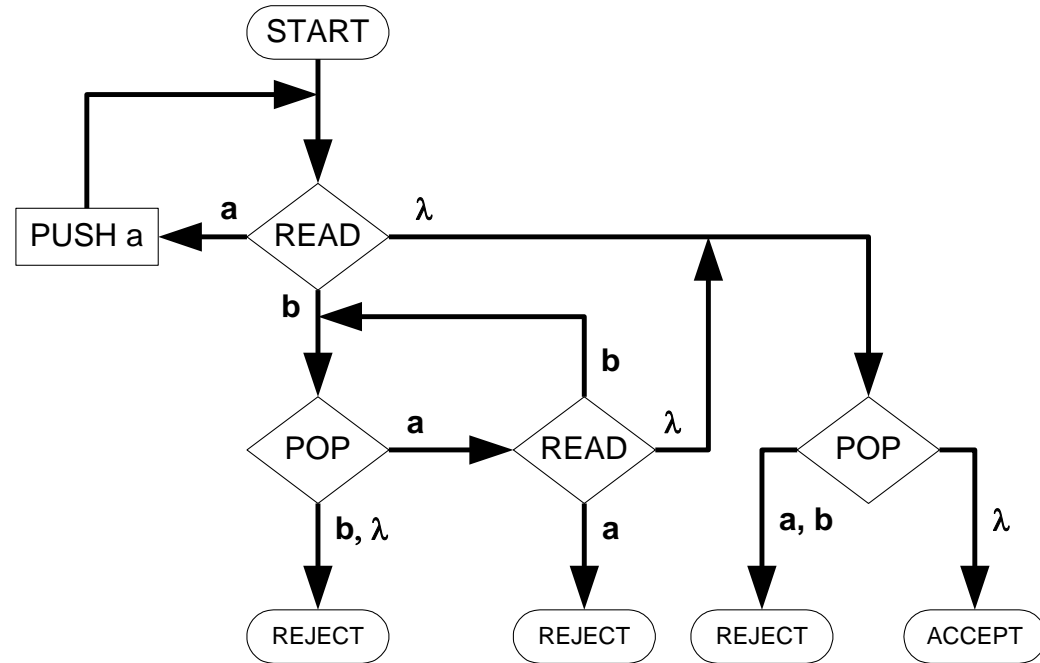
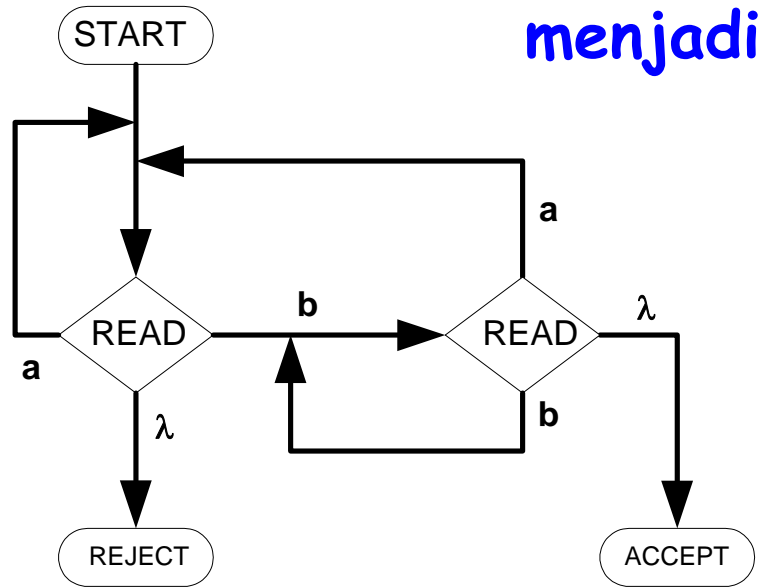
8. Satu atau lebih operator POP



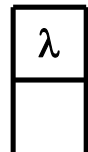
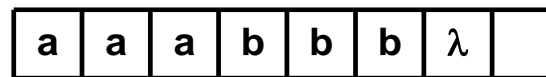
Jumlah incoming edge =
jumlah outgoing edge

untuk mengambil/menghapus karakter dari stack

Komponen PDA (4)



Penelusuran untuk input string :
aaabbb adalah seperti berikut :

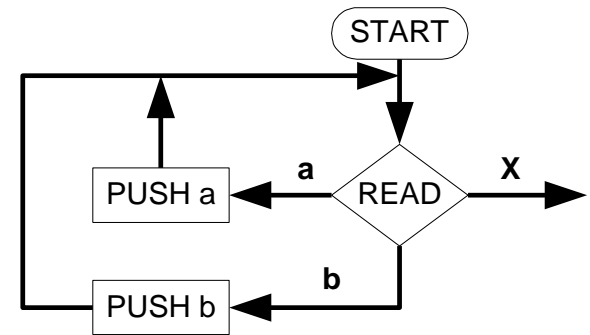


Komponen PDA (5)

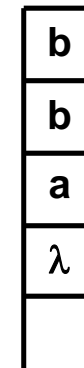
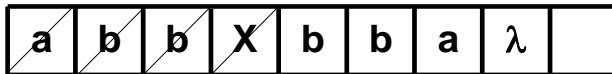
Contoh :

Misal dibuat PDA untuk bahasa palindrome yang berbentuk $s X \text{reverse}(s)$ dimana s adalah substring dari $(a + b)^*$

Bagian depan dari PDA akan mempunyai bentuk :

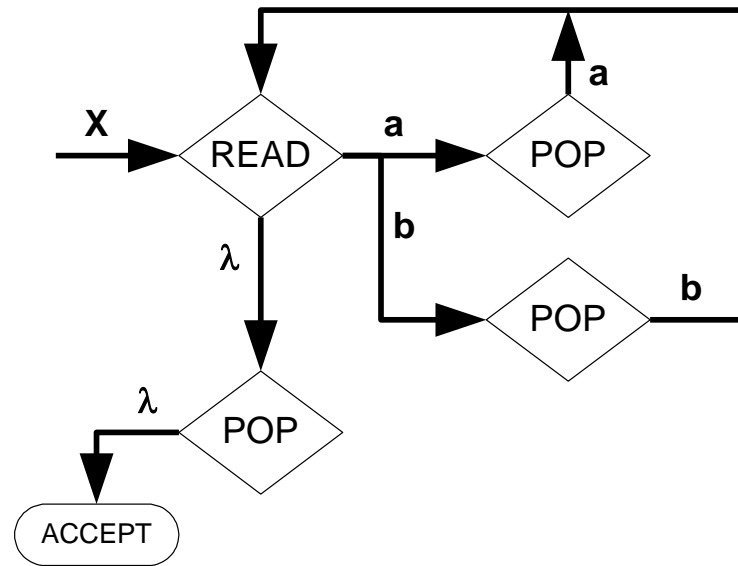


Misal jika diberi input string $abbXbba$, maka pemrosesan untuk substring abb adalah seperti berikut :

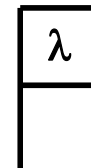
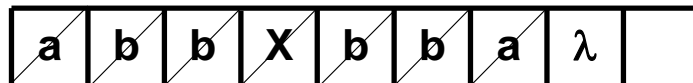


Komponen PDA (6)

Sedang bagian lain dibuat untuk mengakomodasi penelusuran substring reverse(s) :



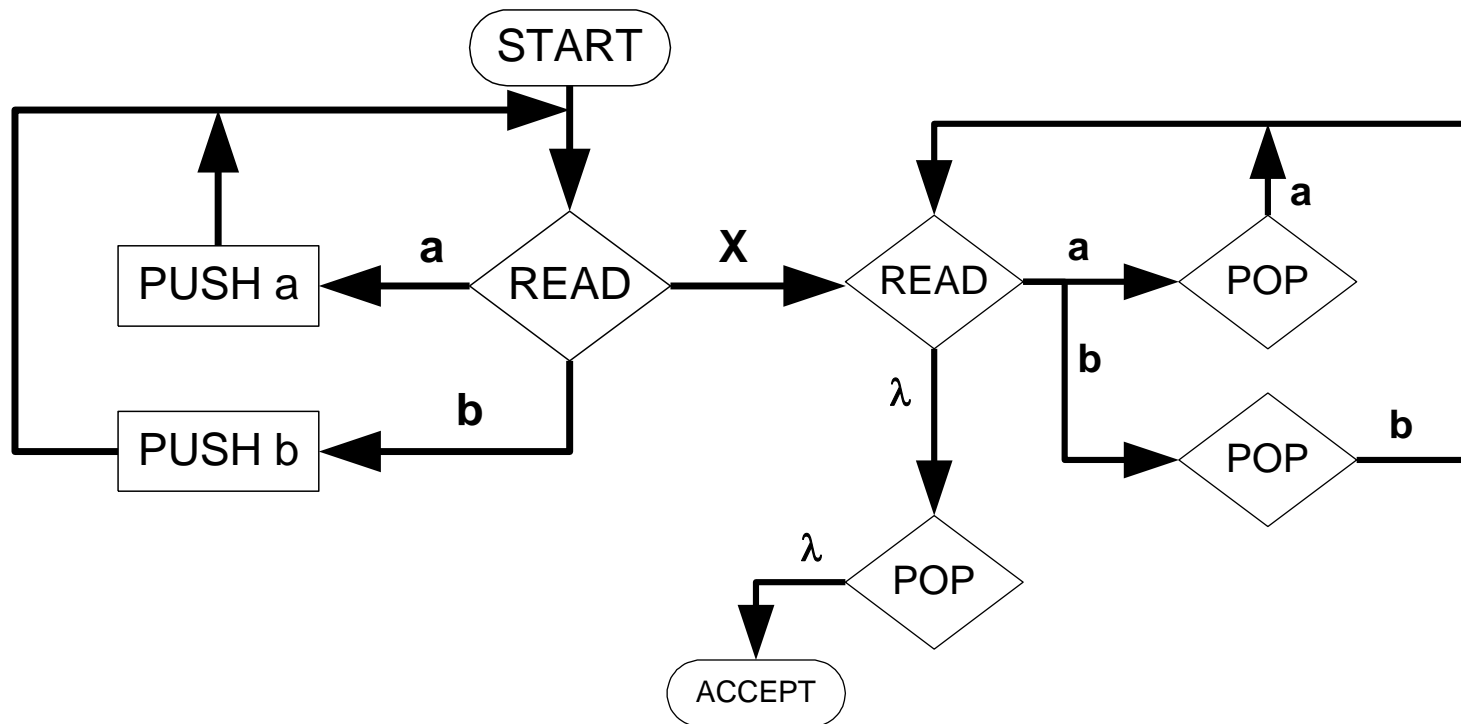
Dan substring bba akan diproses seperti berikut :



Komponen PDA (7)

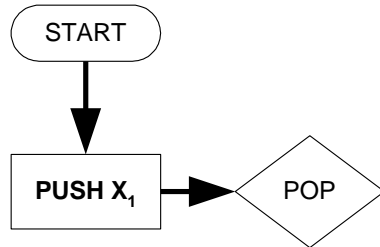


Bentuk keseluruhan PDA untuk palindrome $s \times \text{reverse}(s)$ adalah seperti berikut :

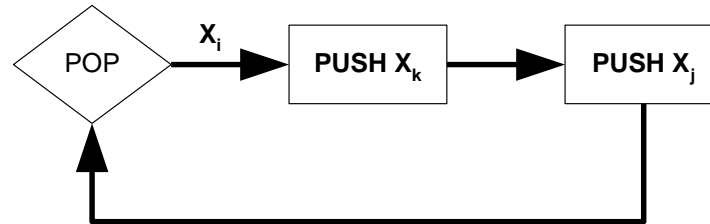


Membentuk PDA dari CFG (1)

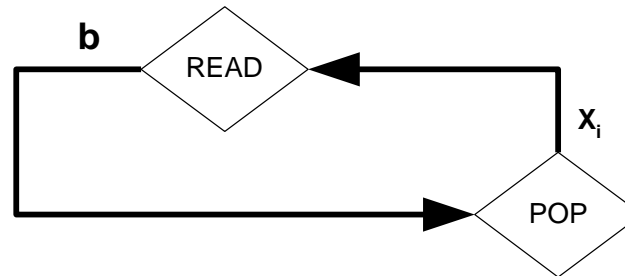
1. Sebuah non-terminal X_1 yang menjadi Start Symbol akan direpresentasikan menjadi :



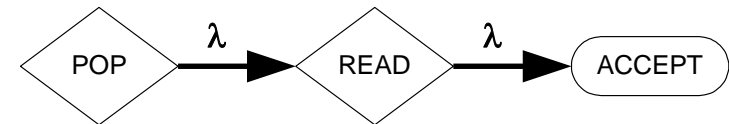
2. Sebuah production $X_i \rightarrow X_j X_k$, direpresentasikan menjadi :



3. Sebuah production $X_i \rightarrow b$, direpresentasikan menjadi :



4. Sebuah production $X_i \rightarrow \varepsilon$, akan menjadi :



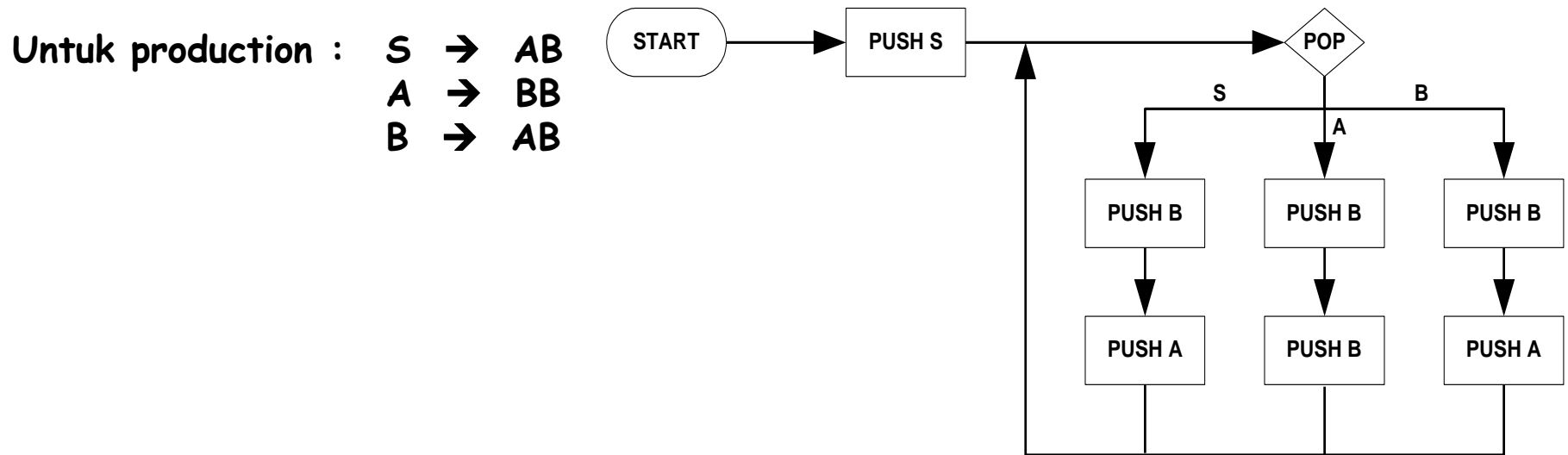
Membentuk PDA dari CFG (2)

Contoh :

$S \rightarrow AB$
 $A \rightarrow BB$
 $B \rightarrow AB$

$A \rightarrow a$
 $B \rightarrow a$
 $B \rightarrow b$

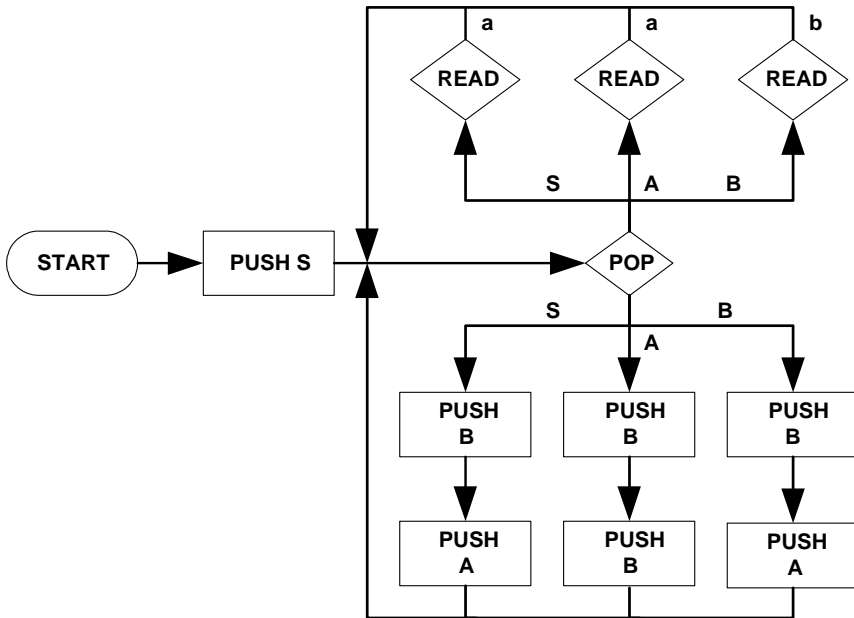
Proses pembentukan PDA dari CFG di atas adalah seperti berikut :



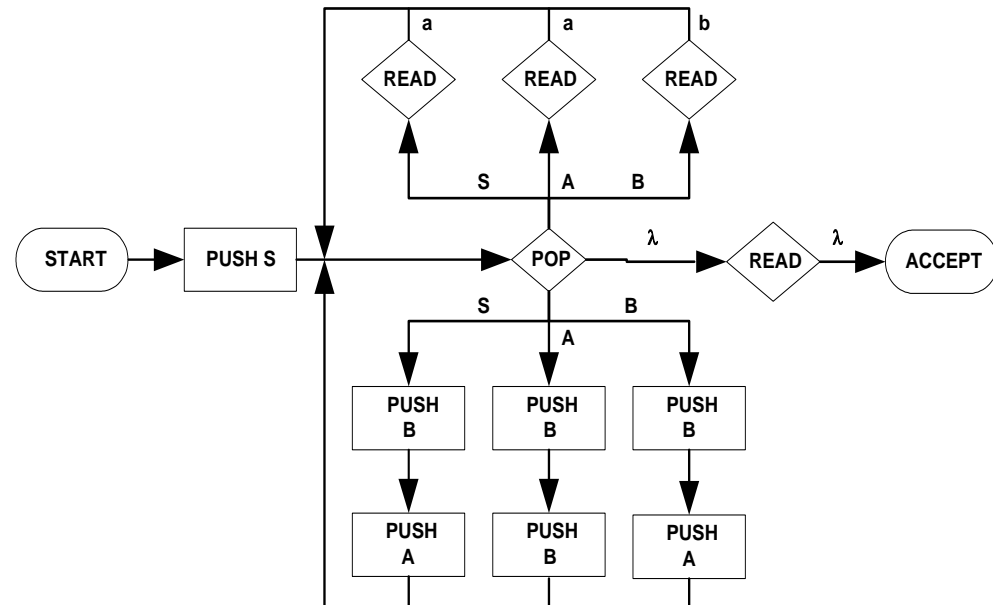
Membentuk PDA dari CFG (3)



Sedangkan untuk production :

$$\begin{array}{lcl} S & \rightarrow & a \\ A & \rightarrow & a \\ B & \rightarrow & b \end{array}$$


Bentuk keseluruhan PDA tersebut adalah :



Komponen Mesin Turing (1)

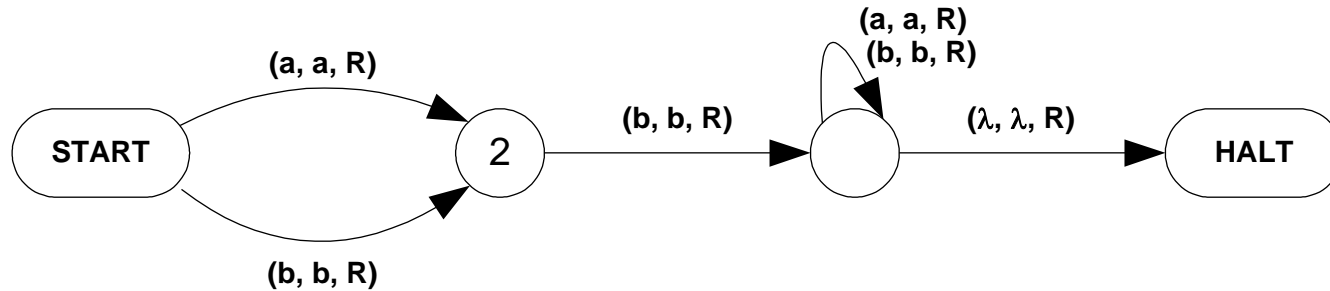


Alan Turing

1. Himpunan berhingga alphabet Σ
input string untuk PDA dibentuk dari himpunan ini
2. Sebuah INPUT TAPE
berbentuk rangkaian sel yang masing-masing berisi satu karakter
3. Sebuah TAPE HEAD
untuk membaca karakter input. Pembacaan dilakukan per karakter. Saat inisialisasi, tape head berada pada posisi pertama.
4. Himpunan berhingga alphabet Γ
dimana output string adalah anggota himpunan Γ^*
5. Himpunan berhingga STATE
dengan satu state sebagai START STATE dan satu sebagai HALT STATE
6. Himpunan berhingga ARC
untuk menghubungkan antar state. Label ARC berbentuk (input, output, arah)

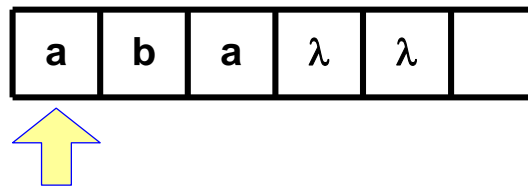
Komponen Mesin Turing (2)

Contoh : Sebuah mesin turing yang mendefinisikan bahasa $(a+b) b (a+b)^*$ dapat digambarkan sebagai berikut :



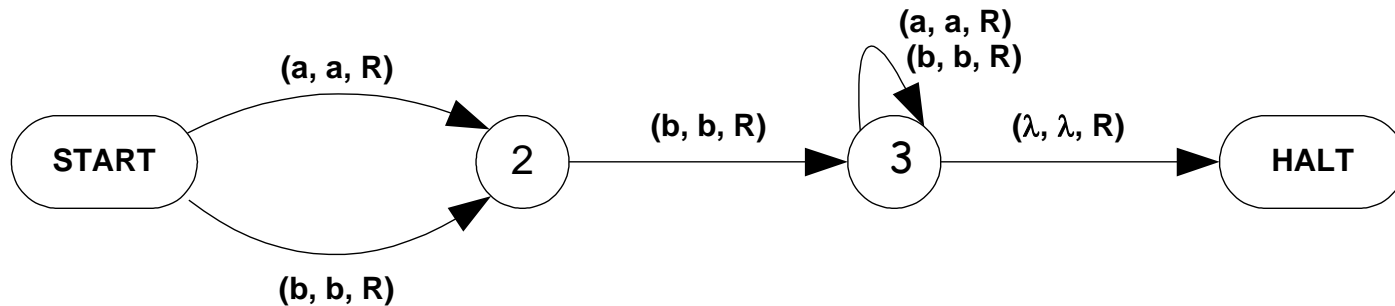
Misal akan dikenali sebuah input string : **aba**

Maka pada saat inisialisasi, posisi input tape dan tape head akan terlihat seperti berikut :



Komponen Mesin Turing (3)

Proses pengenalan input string dapat lebih mudah dipahami melalui penyajian dalam bentuk tabular:



STATE	POSISI TAPE HEAD	OUTPUT KARAKTER
start	<u>a</u> b a λ	
2	a <u>b</u> a λ	a
3	a b <u>a</u> λ	a b
3	a b a <u>λ</u>	a b a
halt	a b a λ	a b a

Komponen Mesin Turing (4)



Note :

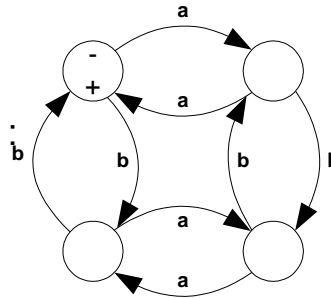
Semua bentuk mesin turing bersifat DETERMINISTIC. Sehingga tidak ada state yang mempunyai dua atau lebih outgoing edge (arc) dengan input karakter yang sama.

Crash terjadi jika :

- Tidak ada path untuk melanjutkan eksekusi sesuai dengan input karakter yang terdapat pada input tape;
- Terdapat perintah "L" (left) pada saat tape head berada pada posisi sel pertama.

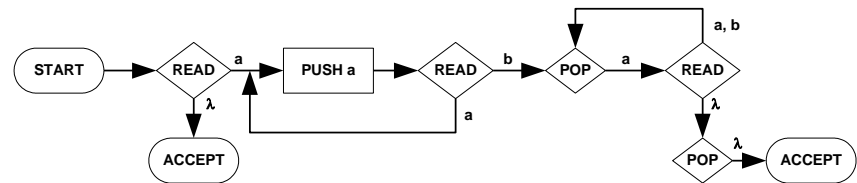
Tugas

1. Konversikan FA di samping menjadi PDA yang ekuivalen :



Buatlah penelusuran pada PDA di samping untuk input :

2. aaabbb
3. aaabaa



Konversikan CFG di bawah menjadi bentuk PDA :

4. $S \rightarrow XaaX$
 $X \rightarrow aX \mid bX \mid \lambda$

5. $S \rightarrow XY$
 $X \rightarrow aX \mid bX \mid a$
 $Y \rightarrow Ya \mid Yb \mid a$