

EKUIVALENSI NFA-DFA

- Ada apa dengan NFA ? konsep yang sulit diimplementasikan. Komputer sepenuhnya deterministic.
- Kenapa dipelajari ? Lebih dekat ke sistem nyata
- Contoh : permainan catur, banyak alternatif pada suatu posisi tertentu -> nondeterministic

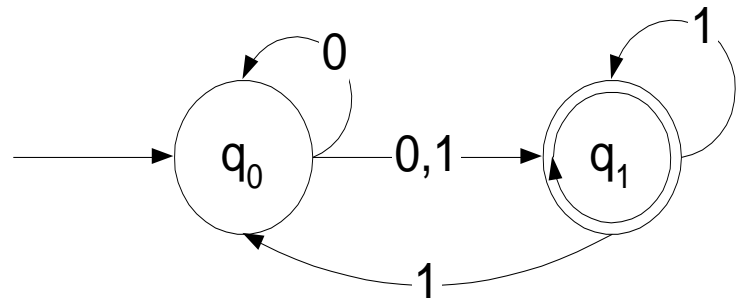
Algoritma :

1. Buat semua state yang merupakan subset dari state semula. jumlah state menjadi 2^Q
2. Telusuri transisi state-state yang baru terbentuk, dari diagram transisi.
3. Tentukan state awal : $\{q_0\}$
4. Tentukan state akhir adalah state yang elemennya mengandung state akhir.
5. Reduksi state yang tak tercapai oleh state awal.
6. Rename state2 yang tersisa.

Contoh Ubahlah NFA berikut menjadi DFA

$M = \{\{q_0, q_1\}, \{0, 1\}, \delta, q_0, \{q_1\}\}$ dengan tabel transisi

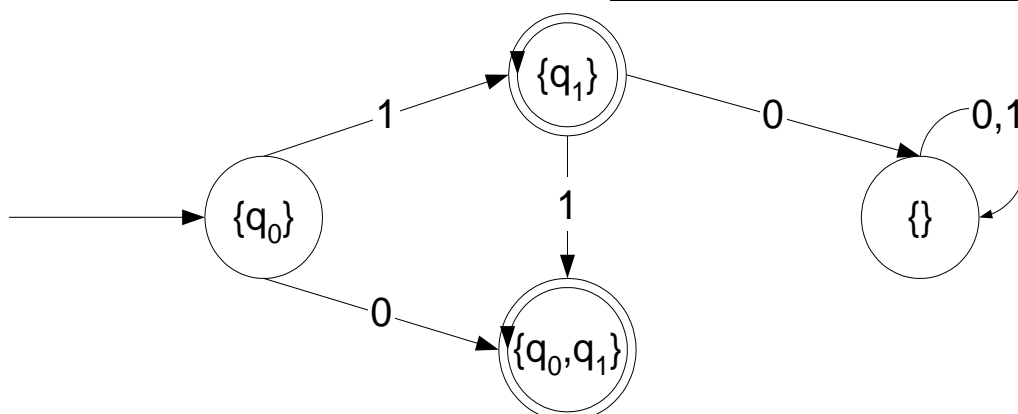
δ	0	1
q_0	$\{q_0, q_1\}$	$\{q_1\}$
q_1	$\{\}$	$\{q_0, q_1\}$



1. State yang akan dibentuk : $\{\}, \{q_0\}, \{q_1\}, \{q_0, q_1\}$
2. Telusuri state

3. State awal : $\{q_0\}$
4. State akhir yang mengandung q_1 , yaitu $\{q_1\}, \{q_0, q_1\}$

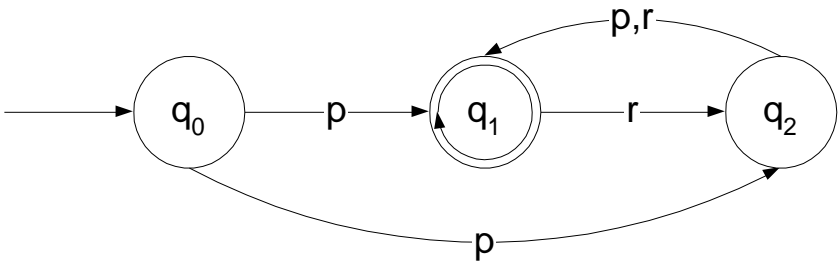
δ	0	1
$\{\}$	$\{\}$	$\{\}$
$\{q_0\}$	$\{q_0, q_1\}$	$\{q_1\}$
$\{q_1\}$	$\{\}$	$\{q_0, q_1\}$
$\{q_0, q_1\}$	$\{q_0, q_1\}$	$\{q_0, q_1\}$



Contoh : Ubahlah NFA berikut menjadi DFA

$M = \{ \{q_0, q_1, q_2\}, \{p, r\}, \delta, q_0, \{q_1\} \}$ dengan tabel transisi

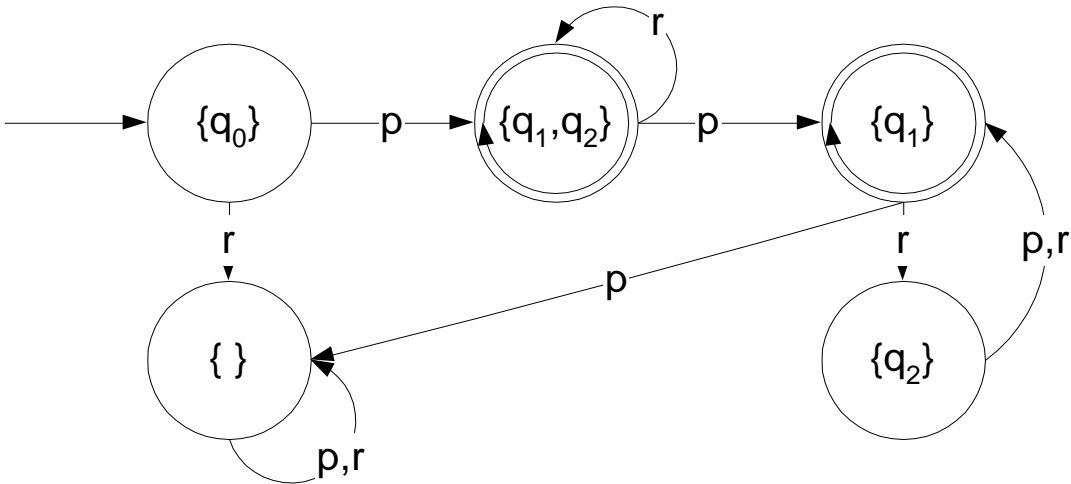
δ	p	r
q_0	$\{q_1, q_2\}$	$\{\}$
q_1	$\{\}$	$\{q_2\}$
q_2	$\{q_1\}$	$\{q_1\}$



1. State yang akan dibentuk : $\{\}, \{q_0\}, \{q_1\}, \{q_2\}, \{q_0, q_1\}, \{q_0, q_2\}, \{q_1, q_2\}, \{q_0, q_1, q_2\}$
2. Telusuri state:

δ	p	r
$\{\}$ q4	$\{\}$	$\{\}$
$\{q_0\}$	$\{q_1, q_2\}$	$\{\}$
$\{q_1\}$	$\{\}$	$\{q_2\}$
$\{q_2\}$	$\{q_1\}$	$\{q_1\}$
$\{q_0, q_1\}$	$\{q_1, q_2\}$	$\{q_2\}$
$\{q_0, q_2\}$	$\{q_1, q_2\}$	$\{q_1\}$
$\{q_1, q_2\}$ q3	$\{q_1\}$	$\{q_1, q_2\}$
$\{q_0, q_1, q_2\}$	$\{q_1, q_2\}$	$\{q_1, q_2\}$

3. State awal : $\{q_0\}$
4. State akhir yang mengandung q_1 , yaitu $\{q_1\}, \{q_1, q_2\}$
5. Reduksi $\{q_0, q_1\}, \{q_0, q_2\}, \{q_0, q_1, q_2\}$ sehingga FSA menjadi



Buat DFA yang mengenali bahasa $L=\{x/x \text{ string } 0,1 \text{ yg berakhiran dengan } 00\}$
 $L=\{00,1010100,100,11100,0100,\dots\}$

DFA :

δ	0	1
{ }	{ }	{ }
{ q_0 }	{ q_0,q_1 }	{ q_0 }
{ q_1 }	{ q_2 }	{ }
{ q_2 }	{ }	{ }
{ q_0,q_1 }	{ q_0,q_1,q_2 }	{ q_0 }
{ q_0,q_2 }	{ q_0,q_1 }	{ q_0 }
{ q_1,q_2 }	{ q_2 }	{ }
{ q_0,q_1,q_2 }	{ q_0,q_1,q_2 }	{ q_0 }

δ	0	1
{ }	{ }	{ }
{ q_0 }	{ q_0,q_1 }	{ q_0 }
{ q_2 }	{ }	{ }
{ q_0,q_1 }	{ q_0,q_1,q_2 }	{ q_0 }
{ q_0,q_1,q_2 }	{ q_0,q_1,q_2 }	{ q_0 }

δ	0	1
q_0	q_1	q_0
q_1	q_2	q_0
q_2	q_2	q_0

Ekspresi Reguler

- Bahasa regular dapat dinyatakan sebagai ekspresi regular dengan menggunakan 3 operator : concate, alternat, dan closure.
- Dua buah ekspresi regular adalah ekuivalen jika keduanya menyatakan bahasa yang sama

Contoh ekspresi regular

- ♦ $(0|1)^*$: himpunan seluruh string yang dapat dibentuk dari simbol ‘0’ atau ‘1’
- ♦ $(0|1)^*00(0|1)^*$: himpunan string biner yang mengandung paling sedikit satu substring ‘00’
- ♦ $(0|1)^*00$: himpunan string biner yang diakhiri dengan ‘00’

Bahasa Reguler :

Apabila r adalah ER, maka $L(r)$ adalah bahasa regular yang dibentuk menggunakan ekspresi regular r .

Contoh

$L_1 = \{a^n b a^m \mid n \geq 1, m \geq 1\} \Leftrightarrow er_1 = a^+ b a^+$

$L_2 = \{a^n b a^m \mid n \geq 0, m \geq 0\} \Leftrightarrow er_2 = a^* b a^*$

Perhatikan bahwa kita tidak bisa membuat ekspresi regular dari bahasa

$L_3 = \{a^n b a^n \mid n \geq 1\}$ atau $L_4 = \{a^n b a^n \mid n \geq 0\}$, karena keduanya tidak dihasilkan dari grammar regular.

Tentukan bahasa reguler yang dibentuk oleh $r=(aa)^*$

Jawab

$$\begin{aligned} L(r) &= L((aa)^*) \\ &= \{ \epsilon, aa, aaaa, aaaaaa, \dots \} \\ &= \{ a^{2n} \mid n \geq 0 \} \end{aligned}$$

menyatakan himpunan string a dengan jumlah genap

Tentukan bahasa reguler yang dibentuk oleh $r=(aa)^*(bb)^*b$

Jawab

$$\begin{aligned} L(r) &= L((aa)^*(bb)^*b) \\ &= \{ a^{2n} b^{2m+1} \mid n, m \geq 0 \} \end{aligned}$$

Tentukan ekspresi reguler pembentuk bahasa pada $\Sigma = \{0,1\}$, yaitu

$$L(r) = \{ w \in \Sigma^* \mid w \text{ memiliki substring '00'} \}$$

Jawab

$$r = (0|1)^*00(0|1)^*$$

Tentukan ekspresi reguler pembentuk bahasa pada $\Sigma = \{a,b\}$, yaitu

$$L(r) = \{ ab^n w \mid n \geq 3, w \in \{a, b\}^+ \}$$

Jawab

$$r = abbb(a|b)(a|b)^*$$

Latihan :

- Carilah seluruh string pada $L((a|b)^*b(a|ab)^*)$ dengan panjang string kurang dari 4.
- Tentukan ekspresi reguler pembentuk bahasa pada $\Sigma = \{a,b,c\}$, yaitu
 - $L(r) = \{ w \in \Sigma^* \mid w \text{ memiliki tepat sebuah simbol 'a'} \}$
 - $L(r) = \{ w \in \Sigma^* \mid w \text{ mengandung tepat 3 buah simbol 'a'} \}$
 - $L(r) = \{ w \in \Sigma^* \mid w \text{ mengandung kemunculan masing masing simbol minimal satu kali} \}$
- Tentukan ekspresi reguler pembentuk bahasa pada $\Sigma = \{0,1\}$, yaitu
 - $L(r) = \{ w \in \Sigma^* \mid w \text{ diakhiri dengan string 01} \}$
 - $L(r) = \{ w \in \Sigma^* \mid w \text{ tidak diakhiri dengan string 01} \}$
 - $L(r) = \{ w \in \Sigma^* \mid w \text{ mengandung simbol '0' sebanyak genap} \}$
 - $L(r) = \{ w \in \Sigma^* \mid \text{kemunculan string '00' pada } w \text{ sebanyak kelipatan 3} \}$
- Tentukan ekspresi reguler pembentuk bahasa pada $\Sigma = \{a,b\}$, yaitu $L(r) = \{ w \in \Sigma^* \mid |w| \bmod 3 = 0 \}$

Kesamaan 2 ekspresi reguler :

$$(a b)^* a = a (b a)^*$$

Bukti :

$$\begin{aligned} (a b)^* a &= (\epsilon \mid (ab) \mid (abab) \mid \dots) a = (\epsilon a \mid (aba) \mid (ababa) \mid \dots) = (a \mid (aba) \mid (ababa) \mid \dots) \\ &= a (\epsilon \mid (ba) \mid (baba) \mid \dots) = a (b a)^* \end{aligned}$$

Latihan 2. Buktikan kesamaan ekspresi reguler berikut :

1. $(a^*|b)^* = (a|b)^*$
2. $(a|b^*)^* = (a|b)^*$
3. $(a^*b)^*a^* = a^*(b a^*)^*$
4. $(a a^*)(\epsilon|a) = a^*$

• **BHS \rightarrow ER \rightarrow NFA \rightarrow DFA**