BAB III

SISTEM AUTOMATA BERHINGGA

3.1. AUTOMATA BERHINGGA TERTENTU (DETERMINISTIC FINITE AUTOMATA = DFA)

Automata adalah sistem yang dapat menyajikan suatu transmisi informasi.

Definisi 3.1

Suatu automata berhingga tertentu (Deterministic Finite Automata) adalah 5-tupel $M = (Q, \Sigma, \delta, q_o, F)$ dimana :

Q adalah himpunan berhingga dari state.

State adalah suatu jumlah berhingga dari keadaan yang meringkas informasi dari input yang diperlukan untuk menentukan langkah sistem.

Σ adalah himpunan berhingga dari simbol input (alphabet).

δ adalah fungsi perubahan state. δ adalah suatu pemetaan dari $Q \times \Sigma$ ke Q.

$q_o \in Q$ adalah suatu state awal dari sistem.

$F \subseteq Q$ adalah himpunan state akhir.

Definisi 3.2

$M = (Q, \Sigma, \delta, q_o, F)$ adalah suatu automata berhingga tertentu. Suatu pasangan (q, w) dalam $Q \times \Sigma^*$ disebut **konfigurasi** sistem. Konfigurasi dari bentuk (q_o, w) disebut konfigurasi awal dan suatu bentuk (q, ε) dimana $q \in F$ disebut konfigurasi akhir.

Definisi-3.3

1. $\delta(q,\varepsilon) = q$, yaitu state yang tanpa membaca simbol input (input kosong) tak dapat merubah state.
2. $\delta(q,wa) = \delta(\delta(q,w),a)$ untuk suatu string w dan input a. Perubahan state akan terlebih dulu mencari perubahan state terdepan dilanjutkan untuk perubahan state untuk input dibelakangnya.

Suatu pergerakan M dapat dinyatakan dengan gambaran berupa relasi $\vdash_{M}$ atau hanya dengan $\vdash$ jika M benar-benar dilibatkan.

Jika $\delta(q,a)$ menghasilkan state q', maka ditulis :

$$(q,aw) \vdash (q',w)$$

$C \vdash^{k} C'$ dikatakan bahwa konfigurasi C akan menghasilkan C' dalam k langkah. $C \vdash^{0} C'$ berarti $C = C'$. $C \vdash^{*} C'$ berarti C $C \vdash^{k} C'$ untuk $k \geq 0$. Dan $C \vdash^{+} C'$ berarti $C \vdash^{k} C'$ untuk $k \geq 1$.

Suatu string input w dikatakan diterima oleh automata berhingga tertentu M jika $(q_o,w) \vdash^{*} (q,\varepsilon)$ untuk $q \in F$.

Bahasa yang diterima oleh M, ditulis L(M) adalah himpunan string input yang diterima oleh M, yaitu :

$$L(M) = \{ w \mid w \in \Sigma^{*} \text{ dan } (q_o,w) \vdash^{*} (q,\varepsilon),\ q \in F \} \quad \text{atau}$$

$$= \{ w \mid w \in \Sigma^{*},\ \delta(q_o,w) \in F \}$$

Contoh 3.1

Suatu FA tertentu $M = (\{p,q,r\},\{0,1\},\delta,p,r)$ dimana δ adalah :

	δ	input 0	1
state	p	q	p
	q	r	p
	r	r	r

Apakah input 01001 diterima oleh M ?

Penyelesaian :

$\delta(p,0) = q$

$\delta(p,01) = \delta(\delta(p,0),1) = \delta(q,1) = p$

$\delta(p,010) = \delta(\delta(p,01),0) = \delta(p,0) = q$

$\delta(p,0100) = \delta(\delta(p,010),0) = \delta(q,0) = r$

$\delta(p,01001) = \delta(\delta(,0100),1) = \delta(r,1) = r$

Karena $r \in F$ maka 01001 diterima oleh M

Cara lain adalah dengan menuliskan konfigurasinya, yaitu :

$(p,01001) \vdash (q,1001)$

$\vdash (p,001)$

$\vdash (q,01)$

$\vdash (r,1)$

$\vdash (r,\varepsilon)$

(r,ε) adalah konfigurasi akhir sistem.

3.2 AUTOMATA BERHINGGA TAK TERTENTU (NONDETERMINISTIC FINITE AUTOMATA = NFA)

Definisi 3.4

Suatu automata berhingga tak tertentu adalah suatu automata berhingga yang memperbolehkan perubahan state yang lebih dari satu pada input yang sama.

Definisi 3.5

$M = (Q,\Sigma,\delta,q_o,F)$ adalah suatu NFA. Fungsi perubahan δ memetakan $Q \times \Sigma^*$ ke 2^Q dimana :

1) $\delta(q,\varepsilon) = \{q\}$

2) $\delta(q,wa) = \delta(\delta(q,w),a)$

3) $\delta(P,w) = \bigcup_{q \in P} \delta(q,w)$, untuk $\forall P \subseteq Q$

Contoh 3.2

$M = (\{q_o,q_1,q_2,q_3,q_4\},\{1,2,3\},\delta,q_o,\{q_4\})$ dimana δ adalah :

	δ	input 1	2	3
state	q_o	$\{q_o,q_1\}$	$\{q_o,q_2\}$	$\{q_o,q_3\}$
	q_1	$\{q_1,q_4\}$	$\{q_1\}$	$\{q_1\}$
	q_2	$\{q_1\}$	$\{q_2,q_4\}$	$\{q_2\}$
	q_3	$\{q_3\}$	$\{q_3\}$	$\{q_3,q_4\}$
	q_4	ϕ	ϕ	ϕ

Apakah input 12321 diterima Oleh M ?

Penyelesaian :

$\delta(q_o,1) = \{q_o,q_1\}$

$\delta(q_o,12) = \delta(\delta(q_o,1),2) = \delta(\{q_o,q_1\},2)$

$= \delta(q_o,2) \cup \delta(q_1,2)$

$= \{q_o,q_2\} \cup \{q_1\}$

$= \{q_o,q_1,q_2\}$

$\delta(q_o,123) = \delta(\delta(q_o,12),3) = \delta(\{q_o.q_1,q_2\},3)$

$= \delta(q_o,3) \cup \delta(q_1,3) \cup \delta(q_2,3)$

$$= \{q_0, q_3\} \cup \{q_1\} \cup \{q_2\}$$

$$= \{q_0, q_1, q_2, q_3\}$$

$$\delta(q_0, 1232) = \delta(\delta(q_0, 123), 2) = \delta(\{q_0, q_1, q_2, q_3\}, 2)$$

$$= \delta(q_0, 2) \cup \delta(q_1, 2) \cup \delta(q_2, 2) \cup \delta(q_3, 2)$$

$$= \{q_0, q_2\} \cup \{q_1\} \cup \{q_2, q_4 \cup \{q_3\}$$

$$= \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4\}$$

$$\delta(q_0, 12321) = \delta(\delta(q_0, 1232), 1) = \delta(\{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4\}, 1)$$

$$= \delta(q_0, 1) \cup \delta(q_1, 1) \cup \delta(q_2, 1) \cup \delta(q_3, 1) \cup \delta(q_4, 1)$$

$$= \{q_0, q_1\} \cup \{q_1, q_4\} \cup \{q_2\} \cup \{q_3\} \cup \phi$$

$$= \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4\}$$

State akhir $q_4 \in \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4\}$ maka input 12321 diterima oleh NFA.

Cara lain

$$\vdash (q_0, \varepsilon)$$

$$\vdash (q_0, 1) \vdash (q_1, \varepsilon)$$

$$(q_0, 12321) \vdash (q_0, 2321) \vdash (q_0, 321) \vdash (q_0, 21)$$

$$\vdash (q_2, 1) \vdash (q_2, \varepsilon)$$

$$\vdash (q_3, 21) \vdash (q_3, 1) \vdash (q_3, \varepsilon)$$

$$\vdash (q_2, 321) \vdash (q_2, 21) \vdash (q_2, 1) \vdash (q_2, \varepsilon)$$

$$\vdash (q_4, 1)$$

$$\vdash (q_1, 2321) \vdash (q_1, 321) \vdash (q_1, 21) \vdash (q_1, 1) \vdash (q_4, \varepsilon)$$

Maka 12321 adalah bahasa dalam L(M).

3.3 KESAMAAN DFA DAN NFA

Theorema 3.1

Jika L adalah himpunan bahasa yang diterima oleh NFA, maka ada suatu DFA yang menerima L.

Bukti :

Misal $M = (Q,\Sigma,\delta,q_o,F)$ adalah NFA yang menerima L. dibentuk suatu DFA $M' = (Q',\Sigma,\delta',q_o',F')$ sebagai berikut:

State dalam M' adalah semua subset dari himpunan state dari M, maka $Q' = 2^Q$. F' adalah himpunan semua state dalam Q' yang memuat suatu state akhir dari M. Elemen dalam Q' akan ditulis dengan $[q_1,q_2, \ldots q_i]$, dimana $q_1,q_2, \ldots q_i$ dalam Q dan state awal $q_o = [q_o]$.

Didefinisikan

$$\delta'([q_1,q_2, \ldots, q_i],a) = [p_1, p_2, \ldots, p_j]$$

bhb

$$\delta(\{q_1,q_2, \ldots, q_i\},a) = \{p_1,p_2, \ldots, p_j\}$$

Yaitu, δ' dimasukkan pada elemen $[q_1,q_2, \ldots, q_i]$ dari Q', dihitung dengan memakai δ pada tiap state dari Q yang ditulis dengan $[q_1,q_2, \ldots, q_i]$. Pada penggunaan δ pada tiap $q_1,q_2, \ldots, q_i$ dan mengambil unionnya, didapat suatu state baru $p_1,p_2, \ldots, p_j$. State baru ini ditulis $[p_1,p_2, \ldots, p_j]$ dalam Q', dan elemennya adalah harga dari $\delta'([[q_1,q_2, \ldots, q_i],a)$.

Akan dibuktikan dengan induksi pada panjang string input x bahwa :

$$\delta'(q_o',x) = [[q_1,q_2, \ldots, q_i]$$

bhb

$$\delta(q_o,x) = \{q_1,q_2, \ldots, q_i\}$$

Hasil benar untuk $|x| = 0$, karena $q_o' = q_o$.

Dianggap hipotesa benar untuk input dengan panjang m. Misal xa adalah string dengan panjang m + 1 dengan $a \in \Sigma$. Maka

$$\delta'(q_o', xa) = \delta'(\delta'(q_o', x), a)$$

dengan $\delta'(q_o', x) = [p_1, p_2, \ldots, p_j]$ bhb

$$\delta(q_o, x) = \{p_1, p_2, \ldots, p_j\}$$

dan dari definisi δ

$$\delta'([p_1, p_2, \ldots, p_j], a) = [r_1, r_2, \ldots, r_k] \quad \text{bhb}$$

$$\delta(\{p_1, p_2, \ldots, p_j\}, a) = \{r_1, r_2, \ldots, r_k\}$$

maka

$$\delta'(q_o', xa) = [r_1, r_2, \ldots, r_k] \quad \text{bhb}$$

$$\delta(q_o, xa) = \{r_1, r_2, \ldots, r_k\}$$

Jika $\delta(q_o, x)$ memuat suatu state dalam F, maka $\delta'(q_o', x)$ dalam F'. Maka L(M) = L(M').

Contoh 3.3

$M = (\{q_o, q_1\}, \{0,1\}, \delta, q_o, \{q_1\})$ adalah suatu NFA dimana

$\delta(q_o, 0) = \{q_o, q_1\}$ $\qquad \delta(q_1, 0) = \phi$

$\delta(q_o, 1) = \{q_1\}$ $\qquad \delta(q_1, 1) = \{q_o, q_1\}$

Tentukan bentuk DFA ?

Penyelesaian :

Akan dibentuk DFA $M' = (Q, \{0,1\}, \delta', [q_o], F')$ yang menerima L(M) sebagai berikut :

Q terdiri dari semua subset $\{q_o, q_1\}$, elemen dari Q kini ditulis $[q_o], [q_1], [q_o, q_1]$ dan ϕ.

Karena $\delta(q_o, 0) = \{q_o, q_1\}$ maka $\delta'([q_o], 0) = [q_o, q_1]$

Demikian juga

$\delta'([q_o], 1) = [q_1]$ $\qquad \delta'([q_1], 0) = \phi$

$\delta'([q_1],1) = [q_0,q_1]$ $\delta'(\phi,0) = \delta'(\phi,1) = \phi$

$\delta'([q_0,q_1],0) = [q_0,q_1]$

Karena $\delta(\{q_0,q_1\},0) = \delta(q_0,0) \cup \delta(q_1,0) = \{q_0,q_1\}$

maka $\delta'([q_0,q_1],0) = [q_0,q_1]$

dan juga $\delta'([q_0,q_1],1) = [q_0,q_1]$

Himpunan state akhir F' adalah $\{[q_1],[q_0,q_1]\}$

Jadi $M' = (Q,\{0,1\},\delta',[q_0],\{[q_1],[q_0,q_1]\})$

Definisi 3.6

Misal M adalah suau FA. Graph transisi dari M adalah graph dimana vertek dari graph adalah state dan ada garis berarah (p,q) jika terdapat suatu $a \in \Sigma$ sedemikian sehingga $\delta(p,a)$ memuat q.

Contoh 3.4

Suatu fungsi perubahan δ dinyatakan seperti pada tabel dibawah :

a)

	δ	input 0	input 1
state	q_0	q_2	q_1
	q_1	q_3	q_0
	q_2	q_0	q_3
	q_3	q_1	q_2

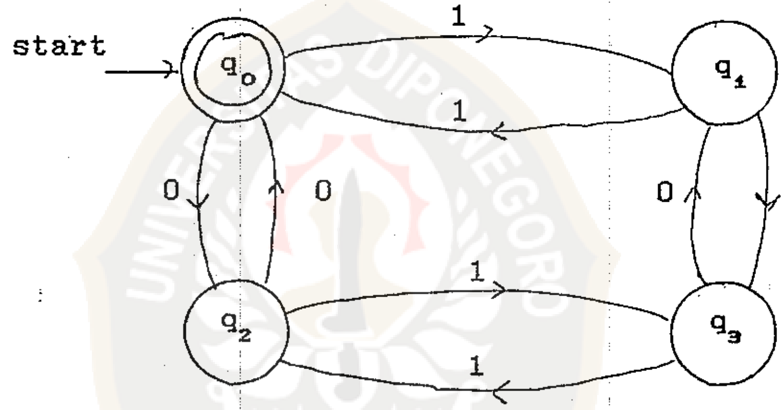
b)

	δ	input 0	input 1
state	q_0	$\{q_0, q_3\}$	$\{q_0, q_1\}$
	q_1	ϕ	$\{q_2\}$
	q_2	$\{q_2\}$	$\{q_2\}$
	q_3	$\{q_4\}$	ϕ
	q_4	$\{q_4\}$	$\{q_4\}$

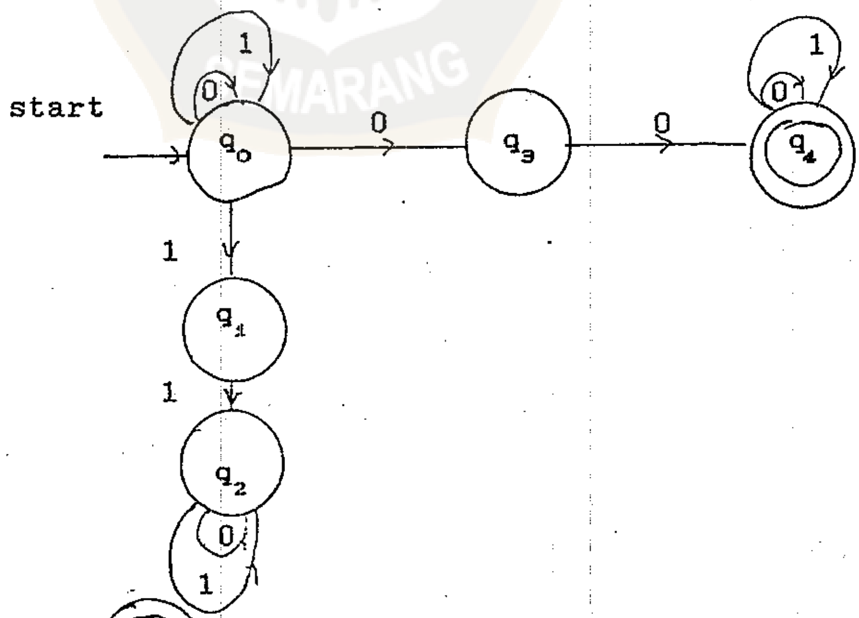
Tentukan graph transisinya ?

Penyelesaian :

a)



b)



Keterangan  : state akhir.

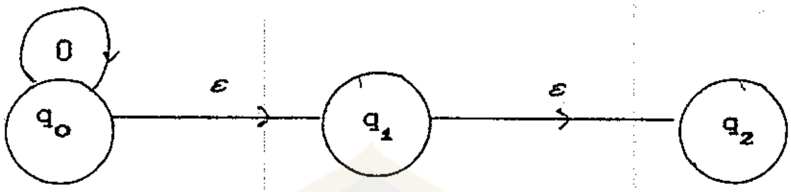
gb. 3.1

3.4 AUTOMATA BERHINGGA DENGAN PERGERAKAN - ε

Definisi 3.7

Suatu Automata berhingga dengan pergerakan-ε adalah suatu NFA dengan fungsi perubahannya adalah pemetaan dari $Q \times (\Sigma \cup \{\varepsilon\})$ ke 2^Q .

Contoh 3.5



gb. 3.2

Selanjutnya untuk melukiskan himpunan semua vertek p sehingga ada suatu lintasan dari q ke p berlabel ε digunakan istilah ε-closure(q)

Contoh 3.6

Pada gb. 3.2 diatas ε-closure(q_0) = $\{q_0, q_1, q_2\}$. Yaitu lintasan yang memuat q_0 itu sendiri, lintasan q_0, q_1 dan lintasan q_0, q_1, q_2.

Definisi 3.8

P adalah himpunan state. ε-closure(P) adalah

$\bigcup_{q \in P} \varepsilon$-closure(q) dengan δ adalah :

1) $\delta(q,\varepsilon) = \varepsilon$-closure(q)

2) Untuk $w \in \Sigma^*$ dan $a \in \Sigma$, $\delta(q,wa) = \varepsilon$-closure(P)

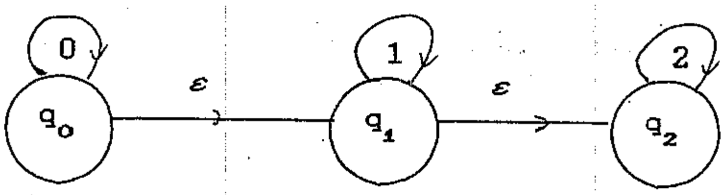
   dimana $P = \{p \mid \text{suatu } r \in \delta(q,w) \text{ , } p \in \delta(r,a)\}$

3) $\delta(R,a) = \bigcup_{q \in R} \delta(q,a)$ untuk himpunan state R.

4) $\delta(R,w) = \bigcup_{q \in R} \delta(q,w)$, $w \in \Sigma^*$

Contoh 3.7

Suatu fungsi perubahan state digambarkan seperti pada graph transisi dibawah.



maka tentukan state pada input 01 ?

Penyelesaian:

$\delta(q_0,\varepsilon) = \varepsilon\text{-closure}(q_0) = \{q_0,q_1,q_2\}$

$\delta(q_0,0) = \varepsilon\text{-closure}(\delta(\{q_0,q_1,q_2\},0))$

$= \varepsilon\text{-closure}(\delta(q_0,0) \cup \delta(q_1,0) \cup \delta(q_2,0))$

$= \varepsilon\text{-closure}(\{q_0\} \cup \phi \cup \phi)$

$= \varepsilon\text{-closure}(\{q_0\}) = \{q_0,q_1,q_2\}$

$\delta(q_0,01) = \varepsilon\text{-closure}(\delta(\delta(q_0,0),1))$

$= \varepsilon\text{-closure}(\delta(\{q_0,q_1,q_2\},1))$

$= \varepsilon\text{-closure}(\delta(q_0,1) \cup \delta(q_1,1) \cup \delta(q_2,1))$

$= \varepsilon\text{-closure}(\{q_1\}) = \{q_1,q_2\}$

3.5 KESAMAAN NFA DENGAN PERGERAKAN-ε DAN TANPA PERGERAKAN-ε

Theorema 3.2

Jika L diterima oleh NFA dengan pergerakan-ε maka L diterima oleh NFA tanpa pergerakan-ε.

Bukti :

Misal $M = (Q,\Sigma,\delta,q_0,F)$ adalah NFA dengan pergerakan-ε , akan dibentuk $M' = (Q,\Sigma,\delta',q_0,F)$ dimana :

$$F' = \begin{cases} F \cup \{q_o\} & \text{jika } \varepsilon\text{-closure}(q_o) \text{ memuat suatu state dari F.} \\ F & \text{untuk yang lain.} \end{cases}$$

$\delta'(q,a)$ adalah $\delta(q,a)$ untuk $q \in Q$ dan $a \in \Sigma$.

Akan ditunjukkan dengan induksi pada $|x|$ bahwa $\delta'(q_o,x) = \delta(q_o,x)$.

Pernyataan ini mungkin tidak benar untuk $x = \varepsilon$, karena $\delta'(q_o,\varepsilon) = \{q_o\}$. Dan $\delta(q_o,\varepsilon) = \varepsilon$-closure$(q_o)$.

Maka induksi dimulai dari 1.

Untuk $|x| = 1$, maka x suatu simbol misal a. sehingga $\delta'(q_o,a) = \delta(q_o,a)$ dari definisi δ'.

Untuk $|x| > 1$. Misal $x = wa$ untuk simbol $w \in \Sigma^*$, $a \in \Sigma$. Maka $\delta'(,wa) = \delta'(\delta'(q_o,w),a)$. Dengan hipotesa induksi, $\delta'(q_o,w) = \delta(q_o,w)$, misalkan $\delta(q_o,w) = P$.

Maka harus ditunjukkan bahwa $\delta'(P,a) = \delta(q_o,wa)$.

Tetapi $\delta'(P,a) = \bigcup_{q \in P} \delta'(q,a) = \bigcup_{q \in P} \delta(q,a)$

maka untuk $P = \delta(q_o,w)$ didapat $\bigcup_{q \in P} \delta(q,a) = \delta(q_o,wa)$

menurut aturann 2) daari definisi δ, maka

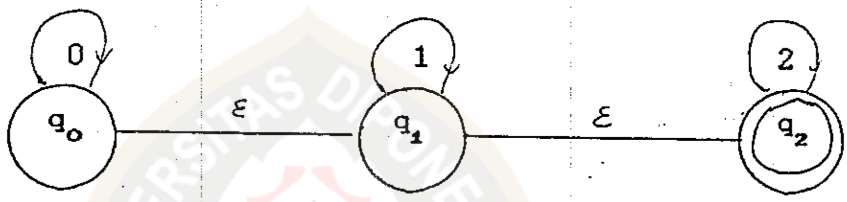
$$\delta'(q_o,wa) = \delta(q_o,va)$$

Untuk melengkapi bukti akan ditunjukkan bahwa $\delta'(q_o,x)$ memuat suatu state dari F' jika dan hanya jika $\delta(q_o,x)$ memuat suatu state dari F. Jika $x = \varepsilon$, $\delta'(q_o,\varepsilon) = \{q_o\}$, dan q_o diletakkan dalam F' karena $\delta(q_o,\varepsilon)$, dimana ε-closure(q_o) memuat suatu state (mungkin q_o) dalam F. Jika $x \neq \varepsilon$, maka $x = wa$. Jika $\delta(q_o,x)$ memuat state dari F maka tentu $\delta'(q_o,x)$ memuat state yang sama dalam F'. Kebalikannya, jika $\delta'(q_o,x)$ memuat suatu state dalam F' yang lain dari

q_o, maka $\delta(q_o,x)$ memuat suatu state dalam F. Jika $\delta'(q_o,x)$ memuat q_o, dan q_o tidak dalam F, maka sebagaimana $\delta(q_o,x) = \varepsilon\text{-closure}(\delta(\delta(q_o,w),a))$, suatu state dalam ε-closure(q_o) dan dalam F, pasti dalam $\delta(q_o,x)$.

Contoh 3.8

Suatu NFA dengan pergerakan-ε dimana diagram fungsi perubahan δ dapat dilihat pada gambar 3.4 dibawah ini.



	δ	input			
		0	1	2	ε
state	q_o	$\{q_o\}$	ϕ	ϕ	$\{q_1\}$
	q_1	ϕ	$\{q_1\}$	ϕ	$\{q_2\}$
	q_2	ϕ	ϕ	$\{q_2\}$	ϕ

Ubahlah ke bentu NFA tanpa pergerakan-ε ?

Penyelesaian :

Dibentuk δ' untuk NFA tanpa pergerakan-ε, dimana $\delta'(q_o,x) = \delta(q_o,x)$.

$\delta(q_o,\varepsilon) = \varepsilon\text{-closure}(q_o) = \{q_o,q_1,q_2\}$

$\delta(q_o,0) = \varepsilon\text{-closure}(\delta(\delta(q_o,\varepsilon),0))$

$= \varepsilon\text{-closure}(\delta(\{q_o,q_1,q_2\},0))$

$= \varepsilon\text{-closure}(\delta(q_o,0) \cup \delta(q_1,0) \cup \delta(q_2,0))$

$= \varepsilon\text{-closure}(\{q_o\} \cup \phi \cup \phi\}$

$= \varepsilon\text{-closure}(\{q_o\}) = \{q_o,q_1,q_2\}$

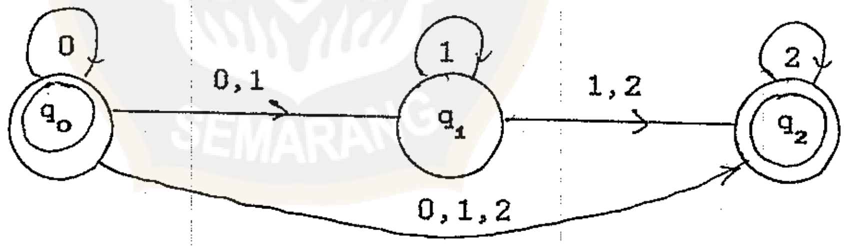
$$\delta(q_0,1) = \varepsilon\text{-closure}(\delta(\delta(q_0,\varepsilon),1))$$
$$= \varepsilon\text{-closure}(\delta(\{q_0,q_1,q_2\},1))$$
$$= \varepsilon\text{-closure}(\delta(q_0,1) \cup \delta(q_1,1) \cup \delta(q_2,1))$$
$$= \varepsilon\text{-closure}(\phi \cup \{q_1\} \cup \phi\}$$
$$= \varepsilon\text{-closure}(q_1) = \{q_1,q_2\}$$
$$\delta(q_0,2) = \varepsilon\text{-closure}(\delta(\delta(q_0,\varepsilon),2))$$
$$= \varepsilon\text{-closure}(\delta(\{q_0,q_1,q_2\},2))$$
$$= \varepsilon\text{-closure}(\delta(q_0,2) \cup \delta(q_1,2) \cup \delta(q_2,2))$$
$$= \varepsilon\text{-closure}(\phi \cup \phi \cup \{q_2\})$$
$$= \varepsilon\text{-closure}(q_2) = \{q_2\}$$
$$\delta(q_1,0) = \varepsilon\text{-closure}(\delta(\delta(q_1,\varepsilon),0))$$
$$= \varepsilon\text{-closure}(\delta(\{q_1,q_2\},0))$$
$$= \varepsilon\text{-closure}(\delta(q_1,0) \cup \delta(q_2,0))$$
$$= \varepsilon\text{-closure}(\phi \cup \phi\}$$
$$= \varepsilon\text{-closure}(\phi) = \phi$$
$$\delta(q_1,1) = \varepsilon\text{-closure}(\delta(\delta(q_1,\varepsilon),1))$$
$$= \varepsilon\text{-closure}(\delta(\{q_1,q_2\},1))$$
$$= \varepsilon\text{-closure}(\delta(q_1,1) \cup \delta(q_2,1))$$
$$= \varepsilon\text{-closure}(\{q_1\} \cup \phi\}$$
$$= \varepsilon\text{-closure}(q_1) = \{q_1,q_2\}$$
$$\delta(q_1,2) = \varepsilon\text{-closure}(\delta(\delta(q_1,\varepsilon),2))$$
$$= \varepsilon\text{-closure}(\delta(\{q_1,q_2\},2))$$
$$= \varepsilon\text{-closure}(\delta(q_1,2) \cup \delta(q_2,2))$$
$$= \varepsilon\text{-closure}(\phi \cup \{q_2\}\}$$
$$= \varepsilon\text{-closure}(q_2) = \{q_2\}$$
$$\delta(q_2,0) = \varepsilon\text{-closure}(\delta(\delta(q_2,\varepsilon),0))$$
$$= \varepsilon\text{-closure}(\delta(q_2,0))$$
$$= \varepsilon\text{-closure}(\phi) = \phi$$

$$\delta(q_2,1) = \varepsilon\text{-closure}(\delta(\delta(q_2,\varepsilon),1))$$
$$= \varepsilon\text{-closure}(\delta(\{q_2\},1))$$
$$= \varepsilon\text{-closure}(\phi) = \phi$$
$$\delta(q_2,2) = \varepsilon\text{-closure}(\delta(\delta(q_2,\varepsilon),2))$$
$$= \varepsilon\text{-closure}(\delta(q_2\},2))$$
$$= \varepsilon\text{-closure}(q_2) = \{q_2\}$$

Karena $\delta'(q,x) = \delta(q,x)$ maka tabel untuk δ' dapat ditunjukkan sebagai berikut :

δ		input 0	1	2
state	q_o	$\{q_o,q_1,q_2\}$	$\{q_1,q_2\}$	$\{q_2\}$
	q_1	ϕ	$\{q_1,q_2\}$	$\{q_2\}$
	q_2	ϕ	ϕ	$\{q_2\}$

Dan graph perubahannya



Himpunan state akhir F' memuat q_2 karena ada dalam F dan juga memuat q_o. Karena ε-closure(q_o) dan mempunyai state q_o.