

PERTEMUAN 6 :

AUTOMATA NON DETERMISITIK ATAU NON DETERMINISTIC FINITE AUTOMATA (NFA)

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Pada bab ini akan dibahas secara menyeluruh mengenai Non deterministic Finite State Automata (NFA) dengan bagaimana keunikan khas nya, serta seperti apakah untai string mampu diterima oleh NFA. Hingga pengertian ekuivalensi NFA ke DFA dan langkah – langkah detailnya. Setelah mengikuti perkuliahan ini mahasiswa diharapkan mampu :

- 1) Menjabarkan kembali definisi NFA
- 2) Membuat gambar transisi maupun tabel transisi NFA

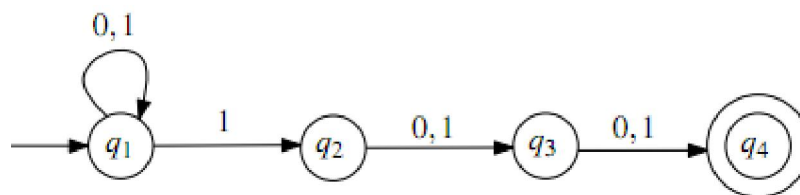
B. URAIAN MATERI

1. Definisi NFA (Non deterministik Finite State Automata)

Sebelum mendefinisikan suatu Non deterministic Finite Automata, maka akan diberikan contoh berikut. Melalui contoh ini dapat dilihat perbedaan antara otomata hingga versi deterministik dengan otomata non deterministik. Serta akan kita dapatkan definisi secara formal dari suatu NFA.

Contoh 1

Jika A sebagai bahasa; $A = \{ w \mid w \in \{0, 1\}^* \text{ dengan } w \text{ memiliki } 1 \text{ di posisi ketiga dari kanan} \}$. Yang menentukan diagram state berikut NFA yang menerima semua string yang ada dalam bahasa A, dan menolak semua string yang tidak A.



Gambar 5.1 Diagram Transisi suatu NFA

NFA ini melakukan berikut. Jika itu dan mulai state q_1 kali dibaca simbol 1, maka baik tetap di q_1 state atau ini "menebak" yang simbol ini adalah simbol ketiga dari kanan dalam input string. Dalam kasus terakhir, NFA beralih ke state q_2 , dan kemudian melakukan pengecekan bahwa memang ada tepat dua simbol yang tersisa dalam input string. Jika ada lebih dari dua simbol yang tersisa, kemudian menggantung NFA (di state q_4) setelah membaca simbol-simbol dua.

Mengamati bagaimana mekanisme ini menebak digunakan: otomata hanya dapat membaca masukan string sekali, dari kiri ke kanan. Oleh karena itu, tidak tahu Kapan mencapai simbol ketiga dari kanan. Ketika NFA membaca 1, dapat kira bahwa ini adalah simbol ketiga dari kanan; Setelah membuat ini menebak, itu dicek apakah adalah benar atau tidak. Bahwa NFA memiliki struktur yang jauh lebih sederhana daripada DFA.

Misalkan terdapat untai string 01101 akan menjadi input string ke dalam NFA tersebut maka dapat diproses dengan cara :

- 1) Menggunakan diagram transisi
- 2) Menggunakan tabel transisi

2. NFA dengan Diagram Transisi dan Tabel Transisi:

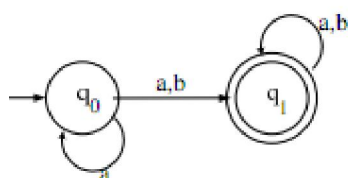
Non Deterministic Finite Automata didefinisikan pula dengan lima (5) tuple, sama seperti halnya pada Deterministic Finite Automata. Perhatikan contoh pertama di bawah ini.

$$Q = \{q_0, q_1\}$$

$$\Sigma = \{a, b\}$$

$$S = q_0$$

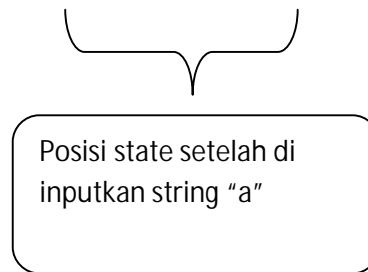
$$F = q_1$$



Perhatikan gambar di atas, bila state q_0 mendapat input 'a' bisa berpindah ke state

q_0 atau q_1 , yang secara formal dinyatakan :

$$(q_0, a) = \{q_0, q_1\}$$



Maka otomata ini disebut non-deterministik (tidak pasti arahnya). Bisa kita lihat tabel transisinya seperti di bawah ini.

	a	b
q_0	$\{q_0, q_1\}$	$\{q_1\}$
q_1	$\{q_1\}$	$\{q_1\}$

Catatan :

Perhatikan cara penulisan state hasil transisi pada tabel transisi untuk Non Deterministic Finite Automata digunakan kurung kurawal '{' dan '}' karena hasil transisinya merupakan suatu himpunan state

Contoh kedua :

Gambarlah diagram transisi untuk NFA berikut :

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

$$= \{0, 1\}$$

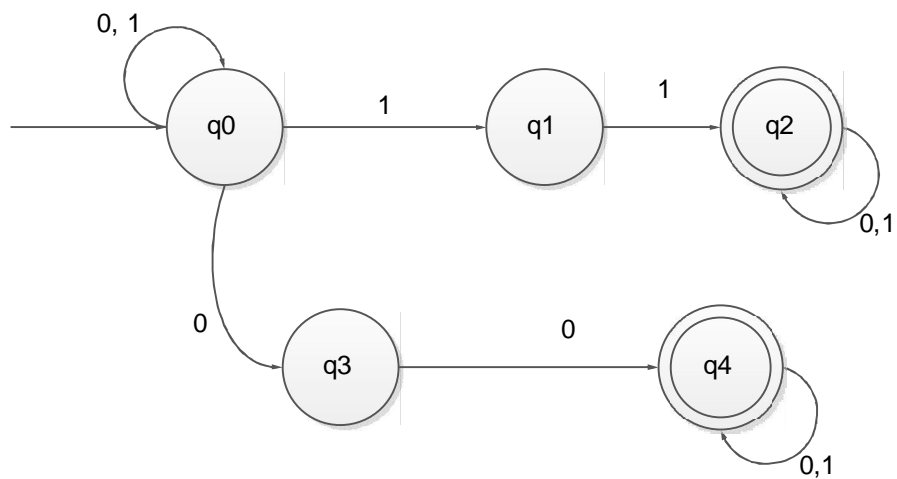
$S = q_0$

$F = \{q_2, q_4\}$

Fungsi transisi dari NFA tersebut :

δ	0	1
q_0	$\{q_0, q_3\}$	$\{q_0, q_1\}$
q_1	\emptyset	$\{q_2\}$
q_2	$\{q_2\}$	$\{q_2\}$
q_3	$\{q_4\}$	\emptyset
q_4	$\{q_4\}$	$\{q_4\}$

Jawab : Gambar diagram transisi adalah sebagai berikut :



Seperti halnya pada Deterministic Finite Automata, pada Non Deterministic Finite Automata kita juga bisa membuat diagram transisinya dari tabel transisinya.

Contoh ketiga :

Gambarlah diagram transisi untuk NFA berikut :

$Q = \{q_0, q_1\}$

$\Sigma = \{0,1\}$

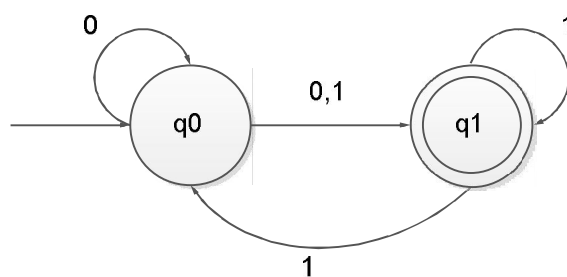
$S = q_0$

$F = \{q_1\}$

Fungsi transisi dari NFA tersebut :

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

Jawab : Gambar diagram transisi adalah sebagai berikut :



Contoh input untai string terhadap NFA

Seperti pada DFA Kita dapat melakukan input string terhadap NFA, untuk mengetahui apakah untai string tersebut diterima oleh mesin atau tidak. Suatu string

dapat diterima oleh mesin NFA, jika salah satu state berhenti pada posisi state penerima (F).

Terdapat dua pilihan untuk melakukan input string yakni dengan proses himpunan dan diagram transisi. Berikut ini akan dibahas kedua nya dengan himpunan dan diagram transisi :

Ø Berdasarkan diagram transisi pada contoh pertama, apakah untai string “aba” diterima mesin atau tidak

$$Q = \{q_0, q_1\}$$

$$\Sigma = \{a, b\}$$

$$S = q_0$$

$$F = q_1$$

	a	b
q ₀	{q ₀ , q ₁ }	{q ₁ }
q ₁	{q ₁ }	{q ₁ }

Jawab :

Cara pertama dengan himpunan :

$$\text{i. } \delta(q_0, aba) = \{q_0, q_1\}$$

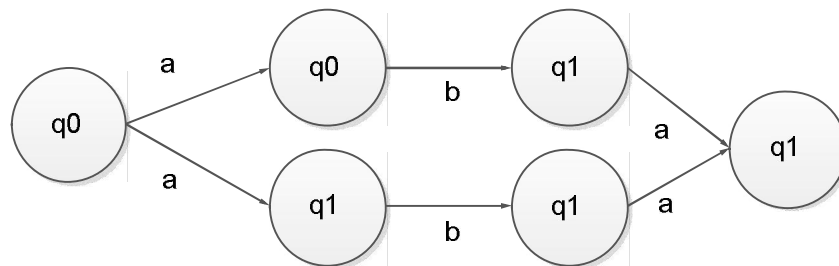
$$\begin{aligned} \text{ii. } \delta(\{q_0, q_1\}, ba) &= (\delta(q_0, b) \cup \delta(q_1, b)) \\ &= \{q_1\} \cup \{q_1\} = \{q_1\} \end{aligned}$$

$$\text{iii. } \delta(\{q_1\}, a) = \{q_1\}$$

(diterima mesin karena q₁ merupakan state penerima)

Cara kedua dengan diagram :

Untai string “aba”



Gambar 5.2 Hasil Diagram input string ke mesin NFA

Keterangan langkah – langkah dari cara pertama :

Pada baris (i) adalah mulai dari menerapkan fungsi transisi δ dari q_0 dengan string a , diperoleh lah $\{q_0, q_1\}$. Baris ke (ii) berasal dari hasil sebelumnya di (i) yakni himpunan $\{q_0, q_1\}$, kemudian kedua state tersebut kita terapkan kembali fungsi transisi δ menjadi $\delta(q_0, b) = \{q_1\}$ dan $\delta(q_1, b) = \{q_1\}$. Terakhir pada baris ke (iii) diperoleh dari hasil penggabungan baris sebelumnya, kemudian dengan menerapkan fungsi transisi δ terhadap hasil tersebut terhadap sisa string a , yakni $\delta(q_1, a) = \{q_1\}$.

Ø Berdasarkan diagram transisi pada contoh kedua, apakah untai string “110” diterima mesin atau tidak

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

$$= \{0, 1\}$$

$$S = q_0$$

$$F = \{q_2, q_4\}$$

Fungsi transisi dari NFA tersebut :

δ	0	1
q_0	$\{q_0, q_3\}$	$\{q_0, q_1\}$
q_1	\emptyset	$\{q_2\}$
q_2	$\{q_2\}$	$\{q_2\}$
q_3	$\{q_4\}$	\emptyset
q_4	$\{q_4\}$	$\{q_4\}$

Jawab :

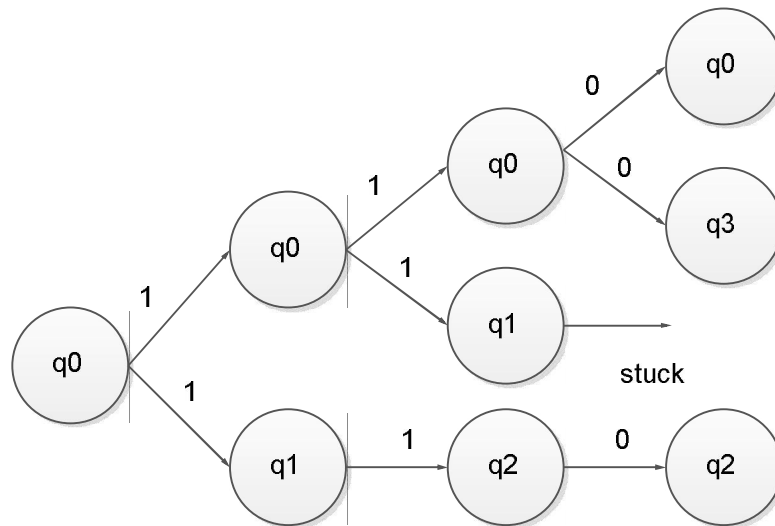
Cara pertama dengan himpunan :

1. $\delta(q_0, 110) = \{q_0, q_1\}$
2. $\delta(\{q_0, q_1\}, 10) = \delta(q_0, 1) \cup \delta(q_1, 1) = \{q_0, q_1\} \cup \{q_2\}$
 $= \{q_0, q_1, q_2\},$
3. $\delta(\{q_0, q_1, q_2\}, 0) = \delta(q_0, 0) \cup \delta(q_1, 0) \cup \delta(q_2, 0)$
 $= \{q_0, q_3\} \cup \emptyset \cup \{q_2\}$
 $= \{q_0, q_2, q_3\}$

(diterima mesin karena q_2 merupakan state penerima)

Cara kedua dengan diagram

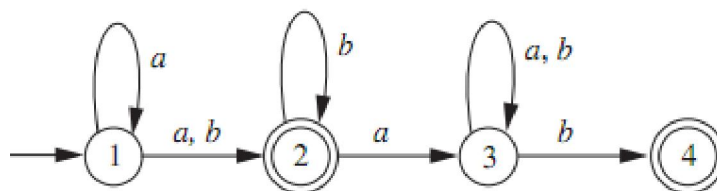
Untai string “110”



Pada baris (1) adalah mulai dari menerapkan fungsi transisi δ dari q_0 dengan string 1, diperoleh lah $\{q_0, q_1\}$. Baris ke (2) berasal dari hasil sebelumnya di (1) yakni himpunan $\{q_0, q_1\}$, kemudian untuk kedua state tersebut kita terapkan kembali fungsi transisi δ string 1 menjadi $\delta(q_0, 1) = \{q_0, q_1\}$ dan $\delta(q_1, 1) = \{q_2\}$. Terakhir pada baris ke (3) diperoleh dari hasil penggabungan baris sebelumnya, kemudian dengan menerapkan fungsi transisi δ terhadap hasil tersebut terhadap sisa string 0, yakni $\delta(\{q_0, q_1, q_2\}, 0) = \{q_0, q_2, q_3\}$.

C. SOAL LATIHAN 5 DAN TUGAS

Berdasarkan gambar berikut, tentukan apakah string berikut diterima atau tidak?



- abbbbaaaba
- bbabaa
- ababaab
- bbaababb
- bbaaabab

D. DAFTAR PUSTAKA

Hopcroft, John. E., etc. 2001. Second edition. Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation. US America : Pearson

Martin, John C. 2010. Fourth Edition. Introduction to Language and The Theory of Computation. United State America : McGraw-Hill

Modul Teori bahasa Automata. (www.ibbi.ac.id/ibbiacid/bahan/teori-bahasa-dan-otomata). Diakses pada tanggal 20 November 2015

Santosa, Kussigit. Modul Teori Bahasa Otomata. Universitas Pamulang Fakultas Teknik Program Studi Teknik Informatika. Pamulang