

UJIAN AKHIR SEMESTER GASAL

TEORI KOMPUTASI



Ditulis Oleh :

Afan Alfie Andi / 1803040032 / A

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PURWOKERTO

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan tidak mencontek/berbuat curang selama mengerjakan soal ujian ini. Jika ternyata saya melanggar, saya bersedia dikenakan sanksi berupa dibatalkan nilai ujian mata kuliah ini.

Purwokerto, 28 Desember 2021

Yang menyatakan,

(Afan Alfi Andi)

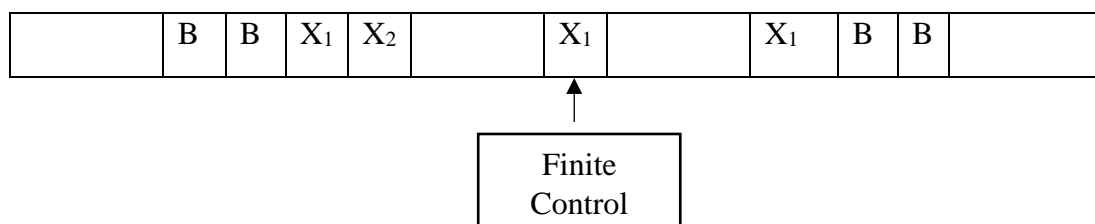
NIM. 1803040032

TURING MACHINE

A. Pengertian

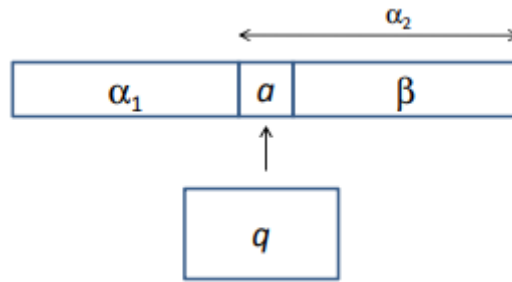
Mesin Turing adalah model yang sangat sederhana dari komputer. Secara esensial, mesin Turing adalah sebuah finite automaton yang memiliki sebuah tape tunggal dengan panjang tak terhingga yang dapat membaca dan menulis data. Mesin Turing menggunakan notasi seperti ID-ID pada PDA untuk menyatakan konfigurasi dari komputasinya. Stack pada PDA memiliki keterbatasan akses. Elemen yang dapat diakses hanya elemen yang ada pada top stack. Pada Mesin Turing, memori akan berupa suatu tape yang pada dasarnya merupakan array dari sel-sel penyimpanan. [1]

Visualisasi dari sebuah mesin Turing diberikan oleh gambar berikut:



Keadaan sebuah Mesin Turing setiap saat dicirikan oleh tiga hal:

1. Status sekarang (q)
2. Simbol yang sedang diterima/dibaca
3. Posisi head ("nomor sel" yang sedang dibaca) pada pita



Pada gambar diatas, jika $\alpha_2 = a\beta$, maka konfigurasi sesaat mesin Turing dapat dinyatakan secara tekstual oleh deskripsi sesaat (*instantaneous description*):

$$\alpha_1 q \alpha_2$$

yang artinya:

- mesin sedang berada pada status q - $\alpha_1\alpha_2$ adalah string yang tertera pada pita
- mesin sedang membaca simbol paling kiri dari α_2

B. Definisi Formal Mesin Turing

Secara formal, Cellular Automata didefinisikan sebagai 5-tuples, yaitu (L, Q, N, \tilde{Z}, Co) [1]. Sebuah mesin Turing M dilambangkan dengan notasi formal sbb :

$$M = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, B, F) \text{ yang dalam hal ini :}$$

- Q : himpunan berhingga status (a, b, c, \dots atau q_0, q_1, q_2, \dots)
- Γ : himpunan berhingga simbol-simbol yang muncul di pita
- $B \in \Gamma$: melambangkan melambangkan simbol blank
- Σ : himpunan simbol-simbol, subset dari Γ , termasuk di dalamnya B
- δ : fungsi pergerakan yang memetakan $Q \times \Gamma \rightarrow Q \times \Gamma \times \{ L, R \}^*$
- $q_0 \in Q$: status awal
- $F \subseteq Q$: himpunan status akhir

Dengan menggunakan notasi formal tersebut, maka mesin Turing pengenalan bahasa $L = \{0^n 01^n \mid n \geq 1\}$ dapat ditulis sbb:

$$M = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, B, F).$$

Keterangan :

- $Q = \{a, b, c, d, e\}$
- $\Gamma = \{0, 1, X, Y, B\}$
- $\Sigma = \{0, 1, B\}$
- $q_0 = a$
- $F = \{e\}$

$$\delta(a, 0) = (b, X, R);$$

$$\delta(a, Y) = (d, Y, R);$$

$$\delta(b, 0) = (b, 0, R);$$

$$\delta(b, 1) = (c, Y, L);$$

$$\delta(b, Y) = (b, Y, R);$$

$$\delta(c, 0) = (c, 0, L);$$

$$\delta(c, X) = (a, X, L);$$

$$\delta(c, Y) = (c, Y, L);$$

$$\delta(d, Y) = (d, Y, R);$$

$$\delta(d, B) = (e, B, R);$$

C. Notasi Turing Machine

Mesin Turing dijelaskan oleh 7-tuple [1], yaitu

$$M = (Q, S, G, d, q_0, B, F)$$

Komponen-komponennya adalah :

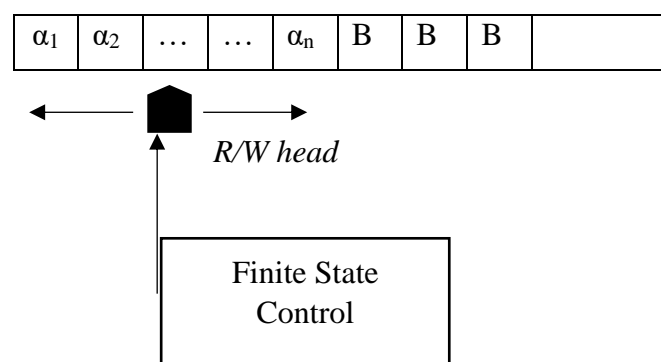
- Q : Himpunan berhingga dari state dari finite control.
- S : himpunan berhingga dari simbol-simbol input.
- G : Himpunan dari tape symbol. S merupakan subset dari G .
- d : Fungsi transisi. Argumen $d(q, X)$ adalah sebuah state q dan sebuah tape symbol X . Nilai dari $d(q, X)$, jika nilai tersebut didefinisikan, adalah triple (p, Y, D) , dimana:
 - p adalah next state dalam Q
 - Y adalah simbol, dalam G , ditulis dalam sel yang sedang di-scan, menggantikan simbol apapun yang ada dalam sel tersebut.
 - D adalah arah, berupa L atau R , berturut-turut menyatakan left atau right, dan menyatakan arah dimana head bergerak.
- q_0 : start state, sebuah anggota dari Q , dimana pada saat awal finite control ditemukan.
- B : simbol blank. Simbol ini ada dalam G tapi tidak dalam S , yaitu B bukan sebuah simbol input.
- F : himpunan dari final state, subset dari Q .

D. Model Turing Machine

Sebuah mesin Turing terdiri dari komponen-komponen :

1. Pengendali berhingga (finite control)
2. Pita masukan dengan sifat:
 - panjangnya tidak berhingga (ujung kiri terbatas terbatas, ujung kanan tidak terbatas terbatas)
 - dapat dibaca maupun ditulis
 - sel yang tidak berisi simbol masukan akan berisi simbol kosong (blank = B)

Pada keadaan awal, n sel pertama dari pita masukan berisi rangkaian simbol yang harus dikenali (dinyatakan sebagai $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$). Sel di sebelah kanan rangkaian simbol berisi B . [2]



E. Aksi Mesin Turing

Perilaku mesin Turing bergantung pada simbol masukan yang berada pada posisi head baca/tulis dan status dari Finite Control. Dalam setiap gerakannya gerakannya, mesin Turing dapat melakukan melakukan salah satu dari aksi berikut:

1. Berubah status.
2. Menuliskan simbol pada pita masukan. Aksi penulisan ini mengubah simbol yang sebelumnya berada pada sel tsb.
3. Menggerakkan head ke kiri atau ke kanan.

Contoh :

- Mesin Turing M akan digunakan untuk mengenali bahasa $L = \{0_n 1_n \mid n \geq 1\}$.
- Contoh string di dalam L misalnya 01, 0011, 000111, 00001111, dst.

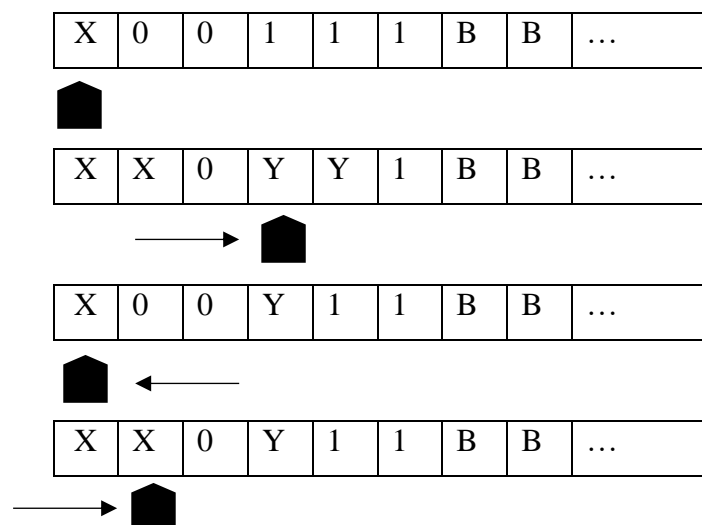
Cara kerja mesin Turing untuk mengenali bahasa L dinyatakan dengan algoritma berikut:

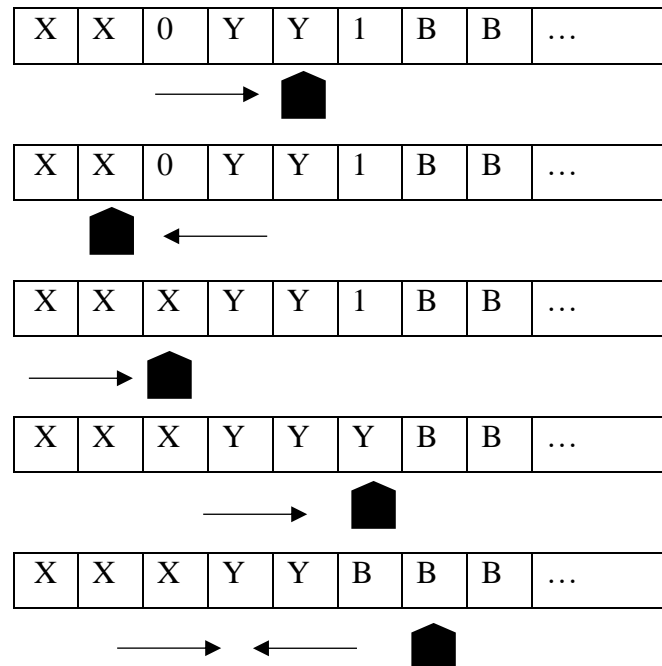
1. Ganti simbol '0' paling '0' paling kiri dengan simbol 'X'.
 2. Gerakkan head ke kanan hingga dijumpai simbol '1'.
 3. Ganti simbol '1' paling kiri dengan simbol 'Y'.
 4. Gerakkan head ke kiri hingga dijumpai simbol 'X'.
 5. Geser head ke kanan (akan diperoleh '0' paling kiri).
 6. Kembali ke langkah 1.
- Jika pada saat bergerak ke kanan untuk mencari '1', mesin Turing M menjumpai simbol B, maka berarti banyaknya '0' lebih dari banyaknya '1'.
Kesimpulannya, string masukan tidak dikenali.
 - Jika pada saat bergerak ke kiri M tidak menjumpai lagi '0', maka M memeriksa apakah masih ada '1'. Bila habis maka string diterima (dikenali).
 - Jika sebuah string diterima (dikenali), maka mesin Turing M berhenti. Untuk string yang tidak dikenali (ditolak) ada kemungkinan M tidak berhenti (looping).

[2]

F. Contoh

Pada suatu studi kasus, terdapat string masukan yang berisi 000111. Maka :





Kesimpulan:

- String '000111' dikenali oleh mesin M.
- Terlihat ada empat modus kerja yang berbeda dari mesin Turing:

Status	Aksi	Keterangan
a	JUMPA 0	Menemukan simbol '0'
b	CARI 1	Mencari simbol '1' ke arah kanan
c	CARI X	Mencari simbol X ke arah kiri
d	SISA	Memeriksa simbol yang tersisa pada pita masukan

- Dalam setiap modus kerja (status), aksi yang dilakukan mesin Turing mungkin menerima/membaca berbagai simbol pada pita.
- Aksi yang dilakukan dalam setiap modus kerja (status) dapat berbeda-beda.
- Perilaku/gerakan yang lengkap dari mesin Turing pengenalan 0_n1_n ditunjukkan pada tabel berikut [2]:

	0	1	X	Y	B
JUMPA 0 (a)	status <i>b</i> tulis 'X' kanan			Status <i>d</i> kanan	
CARI 1 (b)	kanan	status <i>c</i> tulis 'Y' kiri		kanan	
CARI X (c)	kiri		status <i>a</i> kanan	kiri	
SISA (d)				kanan	status <i>e</i> kanan

string dikenali

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Sulistyanto and R. Pulungan, “sebuah review singkat terhadap emulasi CeLlular Automata pada mesin turing,” *KomuniTi*, vol. VI, no. 2, pp. 142–154, 2014.
- [2] H. Dulimarta, “Sejarah Mesin Turing (1),” *Catatan Kuliah Mat. Inform.*, vol. 1, pp. 1–26, 2003.