

Studi Kasus Implementasi Konsep Mesin Turing dalam Analisis Potensi *Profiling Based Keyword* di Sistem Sasbuzz

Rizal Panji Islami (23514016)
Program Magister Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
rizalpanjiislami@yahoo.com

Abstrak—Sistem Sasbuzz (www.sasbuzz.com) merupakan sistem *marketing* di media sosial yang bekerja dengan berdasarkan kepada analisis *profiling* pengguna di media sosial. Sasbuzz bekerja dengan menerapkan konsep analisis *keyword* di media sosial Twitter untuk mendeteksi beberapa *sampling* pembicaraan terakhir dari pengguna dan selanjutnya dianalisis agar diketahui apakah pengguna Twitter tersebut pernah melakukan pembicaraan terkait konteks *keyword* yang dicari. Kasus analisis *keyword* dalam sistem Sasbuzz ini dapat digambarkan dengan menggunakan konsep mesin Turing, karena pada prinsipnya analisis *keyword* merupakan sebuah permasalahan yang *decidable*. Dalam makalah ini akan dilakukan pemodelan terkait analisis *profiling based keyword* dalam Sasbuzz dalam bentuk mesin Turing. Mesin Turing yang dirancang akan memodelkan perilaku sistem Sasbuzz dalam mengekstraksi penggalan kalimat menjadi berbagai sub kata untuk kemudian dilakukan proses *keyword matching*. Selain itu mesin Turing juga digunakan dalam menilai *score of interest* dari n buah *sampling conversation* seorang pengguna di media sosial Twitter.

Kata Kunci—analisis *keyword*, mesin turing, sasbuzz

I. PENDAHULUAN

Sasbuzz merupakan sistem *marketing* di media sosial yang menerapkan konsep *targeted* dan *automatic marketing*. Salah satu fitur yang dimiliki oleh Sasbuzz adalah fitur untuk melakukan *marketing* tertarget di media sosial Twitter dengan melakukan analisis *profiling* pengguna berdasarkan *keyword* tertentu. Sebagai contoh sistem Sasbuzz dapat digunakan untuk melakukan *profiling* pengguna media sosial yang menyukai makanan pedas untuk keperluan *marketing* produk makanan pedas, atau berbagai hal terkait lainnya.

Analisis *profiling* berdasarkan *keyword* ini dilakukan dengan menarik *sampling* n pembicaraan terakhir dari seorang pengguna Twitter dan menganalisis persentase kehadiran *keyword* yang dicari dari *sampling* n pembicaraan tersebut. Persentase kandungan *keyword* yang tinggi mengindikasikan semakin tinggi juga probabilitas pengguna Twitter tersebut sebagai

segmentasi *marketing* pengguna Sasbuzz.

Tantangan terbesar dalam melakukan analisis *profiling* berdasarkan *keyword* ini adalah terkait seberapa besar jumlah *sampling* yang harus diambil serta bagaimana menentukan akurasi dari keterkandungan *keyword* (terutama jika *keyword* yang digunakan adalah *keyword* kata majemuk atau mengandung lebih dari satu kata) dalam suatu string *conversation* pengguna di media Twitter.

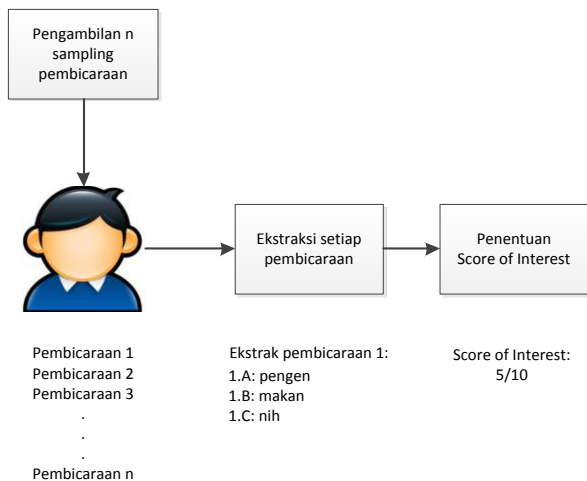


Gambar 1: Contoh *sampling* pembicaraan pengguna Twitter dengan *keyword* majemuk “pengen makan”

Proses analisis *profiling based keyword* dalam sistem Sasbuzz secara umum dapat dibagi ke dalam tiga tahapan sebagai berikut:

1. Melakukan *sampling* n buah pembicaraan terakhir dari pengguna.
2. Mengekstraksi setiap n buah pembicaraan menjadi penggalan-penggalan kata untuk selanjutnya dilakukan proses *keyword matching* (pencocokan kata kunci) terhadap pembicaraan tersebut.
3. Menghitung *score of interest* atau nilai ketertarikan pengguna yang dilakukan *sampling* terhadap *keyword* yang digunakan. Semakin tinggi nilai SOI, semakin tinggi juga potensi pengguna tersebut sebagai target *marketing* yang tepat.

Dari tiga proses tahapan diatas, tahapan yang pertama dapat dieksekusi menggunakan metode *streaming API* di Twitter. Sementara tahapan nomor dua dan nomor tiga akan dijadikan fokus pembahasan utama dalam makalah kali ini untuk mengimplementasikan kedua tahapan tersebut menjadi suatu model mesin Turing.



Gambar 2: Skema Alur Analisis *Profiling Based Keyword*

Sebagai catatan tambahan dalam analisis model mesin Turing di makalah ini dilakukan pengabaian pada aspek pendefinisian konteks kalimat yang melibatkan analisis *natural language processing*.

II. MESIN TURING

Mesin Turing merupakan pemodelan sederhana untuk menggambarkan perilaku komputer secara umum. Mesin Turing pada prinsipnya terdiri dari dua buah bagian yaitu:

1. Pita yang berisi karakter atau simbol yang dieksekusi oleh mesin Turing. Pita pada mesin Turing pada umumnya tidak terbatas baik pada sebelah kanan pita.
2. *Head* yang dapat bergerak ke kiri dan ke kanan dan berperan untuk membaca atau menulis pada pita.

Selain mesin Turing pada umumnya, terdapat berbagai varian lain dari mesin Turing yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan tertentu. Berikut adalah beberapa varian dari mesin Turing:

1. *Mesin Turing Two way Infinite Tape*
Mesin Turing *two way infinite tape* merupakan mesin Turing yang tidak terbatas pada kedua ujung pita.
2. *Mesin Turing Multitrack*
Mesin Turing *multitrack* merupakan mesin Turing yang memiliki sebuah pita dengan lebih dari satu jalur penulisan atau pembacaan.
3. *Mesin Turing Multitape*
Mesin Turing *multitape* merupakan mesin Turing yang memiliki beberapa pita dan beberapa *head* yang saling lepas.

III. MODEL MESIN TURING UNTUK PROSES EKSTRAKSI DAN *KEYWORD MATCHING*

A. *Penjelasan Umum*

Pasca dilakukan *sampling* terhadap n pembicaraan terakhir dari suatu akun pengguna Twitter, tahapan

selanjutnya adalah melakukan pencocokan kata kunci (*keyword matching*) terhadap masing-masing pembicaraan yang diambil. Sebagai contoh berikut adalah ilustrasi *sampling* tiga buah pembicaraan dari dua orang pengguna Twitter: (keterangan: *sampling* dalam data ini menggunakan penulisan bahasa Indonesia yang tidak baku karena keterkaitannya dengan konteks media sosial Twitter yang bersifat informal)

Pengguna A

Pengen makan nih laper
Hari ini harus pergi sekolah lagi padahal pengen main
Padahal lagi belajar tapi pengen makan

Pengguna B

Selamat pagi semua
Pengen makan sih.... Tapi takut gendut
Seandainya jadi asyik juga ya

Setiap *sampling* data ini selanjutnya akan diekstraksi menjadi sekumpulan kata. Sebagai contoh untuk *sampling* pertama dari pengguna A, hasil ekstraksi akan menjadi seperti berikut:

Pengen	Makan	Nih	Laper
--------	-------	-----	-------

Hasil ekstraksi inilah yang selanjutnya akan digunakan dalam proses *keyword matching* atau pencocokan kata kunci. Proses pencocokan kata kunci ini dapat dikategorikan ke dalam dua buah kemungkinan kasus sebagai berikut:

1. Kata kunci merupakan kata tunggal
Kasus yang pertama adalah berkaitan dengan kata kunci dengan satu kata tunggal. Sebagai contoh kata kunci yang digunakan adalah “makan”. Maka sistem akan melakukan pencocokan kata sebagai berikut:

Langkah 1:

Pengen	Makan	Nih	Laper
--------	-------	-----	-------

Status pencocokan: Tidak cocok

Langkah 2:

Pengen	Makan	Nih	Laper
--------	-------	-----	-------

Status pencocokan: Cocok

Dapat diamati dalam proses pencocokan di atas, kata kunci “makan” terdeteksi di dalam penggalan bagian kedua dari *sample* data yang diambil. Hal ini mengindikasikan bahwa *sample* data pertama dari pengguna A memenuhi kriteria analisis *keyword* untuk kata kunci “makan”.

2. Kata kunci merupakan kata majemuk
Kasus yang kedua adalah berkaitan dengan kata kunci dengan kata majemuk (lebih dari satu kata). Sebagai contoh kata kunci yang digunakan adalah “pengen makan”. Proses dalam sistem akan

berlangsung sebagai berikut:

Langkah 1:

Pengen	Makan	Nih	Laper
--------	-------	-----	-------

Status pencocokan: Cocok parsial

Langkah 2:

Pengen	Makan	Nih	Laper
--------	-------	-----	-------

Status pencocokan: Cocok

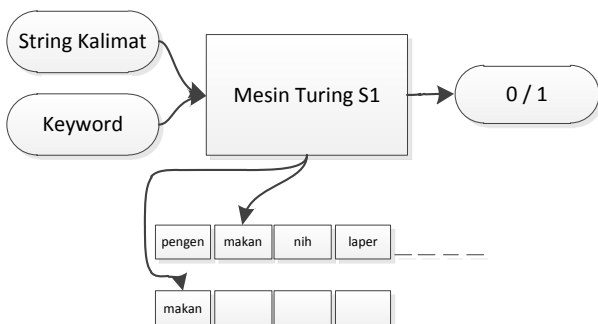
Dapat diamati dalam proses pencocokan di atas, kata kunci “pengen makan” terdeteksi dengan terlebih dahulu mencari kata “pengen” dan memeriksa apakah kata selanjutnya adalah kata “makan” ataukah bukan. Dalam contoh kasus di atas *sample* data memberikan hasil yang menyatakan bahwa kalimat “pengen makan” tercantum di dalam *sample* data.

B. Desain Mesin Turing

Dengan merujuk kepada penjelasan pada bagian sebelumnya mengenai metode yang digunakan Sasbuzz dalam melakukan proses *keyword matching*, maka berikut adalah desain mesin Turing untuk proses *keyword matching* tersebut:

1. Definisi Umum

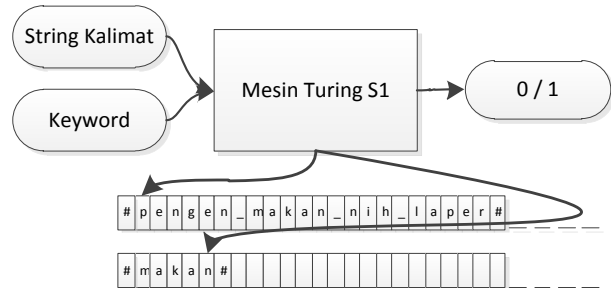
Mesin Turing S1 merupakan mesin Turing yang dikembangkan untuk memeriksa sebuah *string* yang terdiri dari penggalan kata-kata dan mencocokkannya dengan kata kunci tertentu. Untuk memenuhi hal tersebut mesin Turing yang digunakan dalam kasus kali ini merupakan mesin Turing *multitape* dengan karakteristik dua *tape* dan dua *head*. *Tape* pertama (T1) digunakan untuk menyimpan daftar kata dalam *string* dan diakses oleh *head* H1. Sementara *tape* kedua (T2) digunakan untuk menyimpan kata kunci dan diakses oleh *head* H2. Mesin Turing S1 diilustrasikan pada gambar 3.



Gambar 3: Ilustrasi Mesin Turing S1

Namun karena pendefinisian formal dari mesin Turing menyatakan bahwa simbol masukan dalam mesin Turing haruslah himpunan simbol yang berhingga, maka ilustrasi mesin Turing S1 pada

gambar 3 masalah belum tepat. Gambar 3 mengilustrasikan mesin Turing dengan masukan berupa kata yang variannya tidak terbatas. Oleh karena itu mesin Turing S1 akan didefinisikan ulang menjadi mesin Turing yang menerima penggalan berupa huruf-huruf (bukan kata) sehingga memiliki himpunan masukan yang berhingga seperti pada gambar 4 berikut ini:



Gambar 4: Ilustrasi Mesin Turing S1

2. Bahasa yang Dikenali

Mesin Turing S1 menerima bahasa dalam dua buah masukan sebagai berikut:

- String* kalimat yang dipenggal dalam penggalan huruf-huruf. Sebagai contoh *string* masukan adalah “pengen makan nih laper” yang dipenggal seperti pada ilustrasi gambar 3.
- Keyword* atau kata kunci yang akan dicocokkan dengan *string* kalimat. *Keyword* ini dapat berupa kata tunggal ataupun majemuk. Sebagai contoh pada gambar 4 digunakan *keyword* “makan” yang juga dipenggal seperti pada gambar 4.

3. Karakteristik Mesin Turing

Mesin Turing S1 memiliki karakteristik kerja sebagai berikut:

- Mesin Turing S1 menandai awal pembacaan dan akhir pembacaan dari *string* dengan simbol “#”. Asumsi mesin Turing S1 mengabaikan seluruh karakter non *alphanumeric*. Spasi dalam kedua buah pita disimbolkan dalam simbol “_”.
- Mesin Turing S1 akan membaca dua buah pita secara paralel. Sebagai contoh dalam gambar 4 pada tahapan pertama mesin Turing S1 akan membaca karakter “p” pada pita 1 dan karakter “m” pada pita 2. Karena karakter “p” dan “m” tidaklah sama, maka *head* pada pita 1 akan bergeser sementara *head* pada pita 2 akan tetap di karakter “m”.
- Pergeseran *head* pita 1 akan terus dilakukan (dengan *head* pita 2 tetap di simbol “m”) sampai *head* pada pita 1 menemui karakter “m” pada kata “makan”.
- Jika *head* pada pita 1 dan pita 2 menemui kecocokan, maka *head* pada pita 1 dan pita 2 akan bergeser secara bersamaan untuk memeriksa apakah terjadi kecocokan *string* antara pita 1 dan pita 2. Sebagai contoh pada

kasus gambar 4 *head* pita 1 akan bergeser ke karakter “a” dan *head* pada pita 2 akan bergeser ke karakter “a” juga. Proses ini akan terus dilakukan hingga seluruh karakter pada pita 2 berhasil dicocokkan yang mengindikasikan *keyword* ditemukan pada kalimat *string* masukan.

5. Jika *head* pada pita 2 tidak menemukan kecocokan karakter, sebagai contoh pada karakter pertama pita 1 menunjukkan simbol “m” dan pita 2 juga menunjukkan simbol “m”, lalu pada langkah kedua pita 1 menunjukkan simbol “o” sementara pita 2 menunjukkan simbol “a”, maka *head* pada pita 2 akan di-*reset* ulang kembali ke karakter pertama yang mengindikasikan kata yang sedang dicocokkan bukanlah kata yang sesuai dengan *keyword*.
6. Pencocokan karakter hanya akan dilakukan pada awal setiap kata (diindikasikan dengan simbol “#” yang berarti kata tersebut merupakan kata pertama di kalimat, atau simbol “_” yang berarti kata tersebut merupakan kata baru pasca terjadi spasi). Pencocokan tidak akan dilakukan jika kata kunci yang dicari terletak di tengah kata seperti contoh kata kunci “makan” pada kata “memakan” atau “makanan” tidaklah valid.

Oleh karena itu, *state* pada mesin Turing S1 dapat digambarkan sebagai berikut:

- a: Read X, berarti mesin Turing membaca simbol pada pita 2 untuk kemudian dicocokkan dengan simbol pada pita 1.
- b: Cari X, berarti mesin Turing melakukan pencarian simbol X pada pita 1.
- c: Jumpa X, berarti mesin Turing menemukan simbol X pada proses pencarian di pita 1.
- d: Reset X, berarti mesin Turing pada pita 2 gagal menemukan simbol dan kembali melakukan *reset* pada pita 2 (kembali ke karakter pertama pada pita 2 untuk kembali dilakukan pencocokan ulang)

Jika pada proses eksekusi mesin Turing S1 menemukan *keyword* yang dibutuhkan, maka mesin Turing S1 akan mengembalikan nilai 1. Sementara jika tidak, mesin Turing S1 akan mengembalikan nilai 0.

IV. MODEL MESIN TURING UNTUK PROSES PENGHITUNGAN *SCORE OF INTEREST*

A. Penjelasan Umum

Pasca dilakukan proses eksekusi pencarian *keyword* pada mesin Turing S1 untuk seluruh *n sample* pembicaraan dari pengguna Twitter, selanjutnya akan diperoleh sekumpulan data yang disimbolkan dengan simbol 0 dan 1 sesuai dengan *output* dari mesin Turing S1. Simbol 0 menandakan *sample* pembicaraan

tidak mengandung *keyword* yang dicari, sementara simbol 1 menandakan *sample* pembicaraan mengandung *keyword* yang dicari.

Sebagai contoh berikut adalah hasil *output* dari mesin Turing S1 untuk pengguna A dan pengguna B dengan *keyword* “makan” dengan *sample* pembicaraan yang telah dibahas pada bagian sub bab III sebelumnya:

Pengguna A

1	0	1
---	---	---

Pengguna B

0	1	0
---	---	---

Score of interest didefinisikan sebagai jumlah pembicaraan yang sesuai dengan *keyword* yang diharapkan berbanding dengan jumlah *sample* total. *Score of interest* didefinisikan sebagai berikut:

$$SOI = \frac{\text{Jumlah pembicaraan sesuai keyword}}{\text{jumlah sample pembicaraan}} \times 100\%$$

Sebagai contoh pengguna A akan memiliki nilai SOI 66,67% sementara pengguna B akan memiliki nilai SOI 33,34%. Semakin tinggi nilai SOI pengguna maka semakin tinggi juga prioritas pengguna tersebut sebagai target *marketing* utama dalam sistem Sasbuzz.

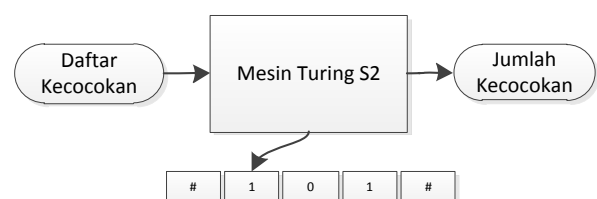
B. Desain Mesin Turing

Dengan merujuk kepada penjelasan pada bagian sebelumnya mengenai metode penghitungan SOI, maka pada bagian ini akan dilakukan perancangan mesin Turing untuk melakukan proses penghitungan tersebut.

Pada prinsipnya mesin Turing yang dirancang bertujuan untuk menghitung jumlah pembicaraan yang mengandung kecocokan *keyword* sesuai dengan *output* dari mesin Turing S1.

1. Definisi Umum

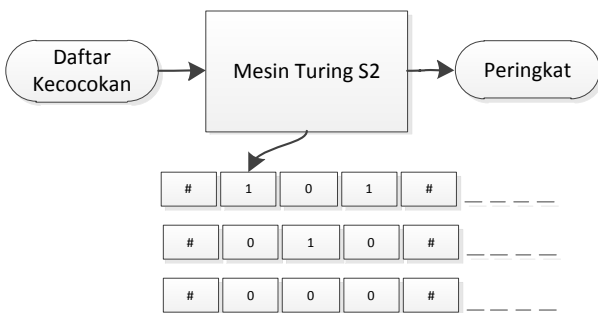
Mesin Turing S2 merupakan mesin Turing yang menerima kumpulan *output* dari mesin Turing S1 dan melakukan penghitungan jumlah pembicaraan yang mengandung kecocokan *keyword* dari seluruh *sample* pembicaraan yang diambil. Secara umum mesin Turing S2 dapat diilustrasikan seperti pada gambar 5 berikut:



Gambar 5: Ilustrasi Mesin Turing S2

Pada prinsipnya mesin Turing S2 bekerja dengan membaca masukan berupa simbol 0 dan 1. Mesin Turing S2 akan membaca jumlah simbol 1 dan mengembalikan *output* berupa jumlah simbol 1 tersebut.

Namun, jika ditinjau lebih jauh pada prinsipnya tujuan dari penghitungan SOI adalah menentukan peringkat prioritas pengguna Twitter yang akan dijadikan target dalam marketing di sistem Sasbuzz. Oleh karena itu mesin Turing S2 akan dimodifikasi menjadi mesin Turing *multitrack*. Setiap *tape* pada mesin Turing S2 ini mewakili hasil analisis pembicaraan untuk seorang pengguna Twitter. Ilustrasi dari modifikasi mesin Turing S2 dapat diilustrasikan seperti pada gambar 6 berikut:



Gambar 6: Ilustrasi Mesin Turing S2

Modifikasi mesin Turing S2 pada gambar 6 juga menjadikan mesin Turing S2 bekerja untuk mencari simbol 1 pada setiap pita secara bersamaan dengan satu *head*. Dengan cara ini mesin Turing S2 akan melakukan penentuan peringkat dari setiap masing-masing pita untuk menentukan pita mana yang memiliki simbol 1 paling banyak. Detail penentuan peringkat ini akan dibahas dalam bagian karakteristik mesin Turing S2.

2. Bahasa yang Dikenali

Mesin Turing S2 mengenal bahasa masukan berupa *string* dengan simbol 0 dan 1. Simbol 0 menyatakan pembicaraan yang tidak mengandung *keyword* sementara simbol 1 menyatakan pembicaraan yang mengandung *keyword* yang dicari.

3. Karakteristik Mesin Turing

Karakteristik mesin Turing S2 adalah sebagai berikut:

- a. Mesin Turing S2 membaca masukan yang diawali oleh simbol # dan diakhiri dengan simbol #.
- b. Mesin Turing S2 hanya mengenali simbol 0 dan 1 seperti pada definisi bahasa yang dikenali sebelumnya.

c. Pada setiap eksekusinya, mesin Turing S2 akan menentukan peringkat dari masing-masing pita. Setiap pita akan disimbolkan dengan angka 1,2,3...n. Pita-pita ini selanjutnya akan diberi peringkat dengan peringkat tertinggi berada di sebelah kanan dan peringkat terendah berada di sebelah kiri. Peringkat yang setara akan diurutkan berdasarkan angka dari pita (misal pita 3 dan pita 4 memiliki peringkat yang setara, maka pita 3 akan dituliskan terlebih dahulu baru disusul oleh pita 4). Berikut adalah ilustrasi pemberian peringkat beserta proses kerja dari mesin Turing S2:

Pita 1	1	0	1	1
Pita 2	0	1	1	0
Pita 3	0	0	1	0
Pita 4	1	0	1	0

Pada proses eksekusi pertama, pita yang mengandung nilai 1 adalah pita 1 dan 4. Oleh karena itu, pita 1 dan 4 akan diberi peringkat lebih tinggi dibandingkan dengan pita 2 dan 3 seperti diilustrasikan sebagai berikut:

2	3	1	4
---	---	---	---

Dapat dilihat pada ilustrasi diatas dalam kondisi eksekusi pertama peringkat dari pita berada pada urutan 2, 3, 1, 4 yang menyatakan semakin kanan peringkat pita semakin banyak jumlah simbol 1 yang dimilikinya. Selanjutnya proses eksekusi akan dilanjutkan ke tahapan dua sebagai berikut:

Pita 1	1	0	1	1
Pita 2	0	1	1	0
Pita 3	0	0	1	0
Pita 4	1	0	1	0

Dalam eksekusi tahap 2, pita yang mengandung simbol 1 adalah pita 2. Hal ini menyebabkan pita 2 mengalami pergeseran posisi satu langkah ke kanan sehingga posisi peringkat pita menjadi seperti berikut:

3	2	1	4
---	---	---	---

Berikutnya eksekusi dilanjutkan pada tahap 3 sebagai berikut:

Pita 1	1	0	1	1
--------	---	---	---	---

Pita 2	0	1	1	0
Pita 3	0	0	1	0
Pita 4	1	0	1	0

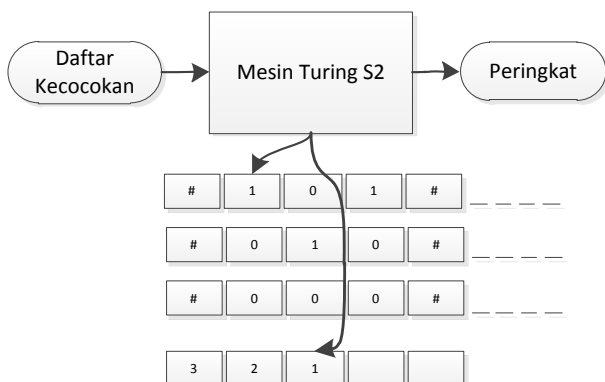
Dalam proses eksekusi tahap 3 seluruh pita mengandung simbol 1. Hal ini menyebabkan tidak terjadi perubahan posisi pada seluruh peringkat pita (normalnya masing-masing pita akan mengalami pergeseran, namun karena pergeseran terjadi pada seluruh pita maka tidak terjadi perubahan peringkat). Selanjutnya tahapan terakhir pada eksekusi tahap 4 sebagai berikut:

Pita 1	1	0	1	1
Pita 2	0	1	1	0
Pita 3	0	0	1	0
Pita 4	1	0	1	0

Dalam eksekusi tahap terakhir pita yang mengandung simbol 1 adalah pita 1. Hal ini menyebabkan pita 1 mengalami pergeseran peringkat satu langkah ke kanan sehingga posisi akhir peringkat pita adalah sebagai berikut:

3	2	4	1
---	---	---	---

Dengan metode ini mesin Turing S2 dapat melakukan eksekusi penentuan peringkat pita secara bersamaan. Terkait penulisan peringkat pita seperti yang diilustrasikan di pembahasan ini, dalam makalah kali ini penulis mengajukan usulan modifikasi mesin Turing dengan konsep gabungan *multitape* dan *multitrack* seperti pada ilustrasi berikut ini:



Gambar 7: Ilustrasi Mesin Turing S2 Kombinasi *Multitrack* dan *Multitape*

Pada gambar 7 terdapat ilustrasi mesin Turing S2 yang merupakan kombinasi dari *multitrack* dan *multitape*. *Head 1* akan membaca pita dengan konsep

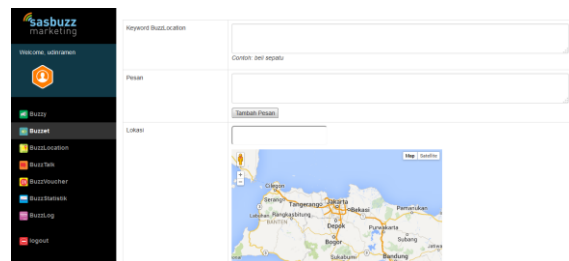
multitrack, sementara *head 2* akan bekerja bersamaan dengan *head 1* dengan konsep *multitape*. Pita yang dibaca pada *head 2* adalah pita yang mencatat peringkat dari *tape* seperti yang telah dibahas sebelumnya.

Dengan berdasarkan kepada karakteristik tersebut, berikut adalah kondisi *state* pada mesin Turing S2:

- Read 1* merupakan kondisi untuk membaca simbol 1 pada pita.
- Move* peringkat merupakan kondisi untuk menggeserkan peringkat pita sesuai dengan kondisi peringkat pita.

V. IMPLEMENTASI

Konsep perancangan mesin Turing untuk melakukan pemeringkatan berdasarkan *profiling keyword* telah diimplementasikan pada sistem Sasbuzz dengan nilai akurasi 80-90% bergantung kepada kondisi konteks dari pembicaraan yang tidak dibahas dalam makalah ini.



Gambar 8: Tampilan Sistem Sasbuzz untuk *Profiling* Berdasarkan *Keyword*



Gambar 9: Tampilan Hasil *Profiling* Berdasarkan *Keyword* dalam Sistem Sasbuzz

V. SIMPULAN

Berdasarkan pada pembahasan dan perancangan yang telah dilakukan pada makalah ini, mesin Turing memiliki kapabilitas untuk memodelkan berbagai proses komputasi termasuk untuk mendukung analisis *profiling* berbasis *keyword* seperti pada studi kasus sistem Sasbuzz. Berbagai modifikasi dari mesin Turing dilakukan seperti pada mesin Turing S2 untuk mendukung kebutuhan pada sistem.

REFERENSI

- B. Jack Copeland, "The Essential Turing: Seminal Writings in Computing, Logic, Philosophy, Artificial Intelligence, and Artificial Life plus The Secrets of Enigma", Oxford University: Clarendon Press, 2004.
- Martin Davis, "The Undecidable", New York: Raven Press, 1995.
- Alan Turing, "Intelligent Machinery", University Park Press, 1968.
- George Boolos, "Computability and Logic", Cambridge UK: Cambridge University Press, 2002.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 12 Desember 2014



Rizal Panji Islami
23514016