

TECHNICAL REPORT PENGGUNAAN ALGORITMA PENCOCOKAN STRING BOYER-MOORE DALAM MENDETEKSI PENGAKSESAN SITUS INTERNET TERLARANG

Ario Yudo Husodo

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung
Jalan Ganesha 10 Bandung
ario_yuhu@yahoo.com

ABSTRAK

Algoritma pencocokan *string* (*string matching*) merupakan salah satu bagian terpenting dalam berbagai proses yang berkaitan dengan data dan tipe teks. Berbagai perangkat lunak yang digunakan di seluruh dunia saat ini dengan sejumlah sistem operasi berbeda, menggunakan algoritma pencocokan *string* sebagai dasar implementasi. Meskipun terdapat berbagai metode dan bentuk penyimpanan data yang telah dikembangkan hingga saat ini, tipe data teks masih merupakan bentuk utama pada pemrosesan transfer data. Fakta tersebut mendorong perkembangan berbagai algoritma pencocokan *string* yang mangkus sehingga memberikan hasil yang akurat dalam waktu singkat.

Hingga saat ini terdapat puluhan algoritma pencocokan *string* yang dikelompokkan berdasarkan jenis pola dan metode pencocokan *string* yang digunakan. Di antara berbagai algoritma tersebut, terdapat sebuah algoritma pencocokan *string* yang telah teruji dapat bekerja secara cepat dan memiliki performa prima, yaitu algoritma Boyer-Moore. Algoritma Boyer-Moore ini relatif mudah diimplementasikan dan dapat digunakan untuk berbagai keperluan, terutama dalam hal mendeteksi pengaksesan situs internet terlarang. Dibandingkan dengan algoritma pencocokan-*string* yang lain, algoritma Boyer-Moore oleh banyak peneliti dianggap sebagai algoritma pencocokan-*string* yang paling mangkus.

Kata kunci: Algoritma pencocokan *string*, algoritma boyer-moore, mangkus, situs internet terlarang.

1. PENDAHULUAN

Algoritma pencocokan *string* banyak digunakan pada proses pencarian data pada suatu kumpulan data, tidak hanya pada bidang teknologi komputer semata, melainkan juga pada berbagai bidang keilmuan yang membutuhkan penyimpanan data dalam jumlah besar untuk kemudian

dilakukan pencarian dan pengubahanan data sesuai situasi dan kondisi.

Algoritma pencocokan *string* bekerja dengan menghasilkan satu atau lebih pola suatu *string* tertentu dalam sebuah tipe data teks sebagai kumpulan *string*. Dengan demikian, algoritma pencocokan *string* membutuhkan minimal dua data masukan, yaitu *string* yang akan dicari dan data teks atau *string* yang lebih panjang sebagai lokasi pencocokan.

Algoritma pencocokan *string* bekerja dengan memanfaatkan konsep automata, yaitu proses dibagi menjadi sejumlah kondisi berbeda sesuai masukan yang telah diproses. Berdasarkan arah pemeriksaan karakter, metode yang digunakan dikelompokkan menjadi :

1. Metode pembacaan berawal dari posisi kiri mengarah ke kanan, salah satu contohnya adalah algoritma Knut-Morris-Pratt. Metode ini tergolong alamiah karena sesuai dengan arah pembacaan pada umumnya dan memiliki karakteristik seperti proses pada automata.
2. Metode pembacaan berawal dari posisi kanan mengarah ke kiri, misalnya algoritma Boyer-Moore. Metode ini umumnya menghasilkan algoritma yang sederhana dan dianggap paling mangkus.
3. Metode pencocokan dengan aturan tertentu, salah satunya adalah metode pencocokan *string* dua arah yang diawali dengan kemunculan algoritma dua jalur yang dicetuskan oleh Crochemore-Perrin. Metode ini melakukan dua jenis pencarian, yang pertama adalah mencari bagian kanan pola dari kiri ke kanan, dan jika tidak ditemukan ketidakcocokan, pencocokan dilanjutkan dari bagian kiri *string*.
4. Metode yang tidak memiliki suatu pola tertentu, biasanya algoritma ini menggunakan sebagian metode dari algoritma pada ketiga kelompok di atas yang dikombinasikan dengan metode lain, contohnya adalah algoritma *quick search*.

Pada makalah ini dibahas mengenai implementasi algoritma pencocokan *string* yang paling mangkus – algoritma Boyer-Moore – di dalam mendeteksi adanya pengaksesan situs terlarang di internet. Dalam konteks ini,

yang dimaksud dengan situs internet terlarang adalah pranala – pranala di internet yang tidak boleh diakses oleh pengguna internet dengan kriteria tertentu, yang dikhawatirkan dapat memberikan dampak negatif bagi para pengguna internet yang mengakses pranala tersebut.

Implementasi ini sangat bermanfaat untuk kemajuan suatu bangsa, khususnya Bangsa Indonesia. Ambil contoh saja misalkan pranala yang berhubungan dengan situs porno. Begitu banyak data statistik yang menunjukkan bahwa sekitar 70% tindakan pemerkosaan dan tindakan asusila lain diakibatkan pelaku “terdorong” melakukan tindakan tersebut setelah menyaksikan adegan tidak senonoh (baik melalui video, ataupun melalui situs internet). Selain meningkatkan terjadinya tindakan asusila, pengaksesan situs porno juga terbukti menurunkan prestasi, semangat belajar, dan daya kompetisi seseorang. Seseorang yang “ketagihan” membuka situs tersebut, akan kehilangan motivasi dan keinginan berprestasi. Hal ini tentunya menyebabkan kualitas generasi penerus bangsa semakin menurun. Apabila hal ini dibiarkan terjadi secara terus menerus, maka bisa dipastikan bahwa daya saing suatu bangsa (Bangsa Indonesia) di mata dunia tiap tahun kian menurun.

Apabila kita membahas mengenai suatu situs porno, meskipun situs ini dibuat dengan alasan sebagai suatu media hiburan, namun apabila situs ini dibuka oleh pengguna internet di bawah umur, tentu hal ini berpotensi menimbulkan degradasi moral yang merugikan banyak pihak seperti yang telah dipaparkan sebelumnya. Untuk itulah metode pendeteksian adanya suatu akses terhadap situs internet terlarang sangatlah dibutuhkan. Dengan mengetahui adanya pengaksesan terhadap situs tersebut, sistem dapat melakukan tindakan penanggulangan yang efektif, seperti memblokir akses ke situs tersebut.

Sistem pemblokiran akses internet terlarang yang terdapat saat ini masih tergolong sederhana. Terdapat dua teknik umum yang sering digunakan untuk memblokir akses terhadap situs terlarang. teknik pertama, yaitu dengan mengecek kata kunci yang dimasukkan pada mesin pencari seperti *google*, sedangkan teknik kedua adalah dengan mengecek kalimat pranala yang hendak diakses pengguna, apakah ada yang mengandung unsur negatif atau tidak.

Teknik pertama dilakukan dengan cara mendeteksi setiap masukan yang diberikan pengguna internet, terutama dalam mesin pencari seperti *google*, apabila dalam *input* tersebut terdapat penggalan kata yang berhubungan dengan situs terlarang, misalkan kata “porno”, maka sistem akan secara otomatis memblokir pengaksesan terhadap situs tersebut. Teknik kedua dilakukan dengan cara mendeteksi setiap huruf yang menyusun suatu pranala, apabila terdapat upakata yang mengarah ke suatu situs terlarang, misalkan “inisitusSEXbaru.com”, dimana sistem mendeteksi adanya kandungan kata yang tidak diperkenankan untuk

diakses, maka sistem akan melakukan pemblokiran terhadap pengaksesan pranala tersebut.

Kedua teknik di atas memang cukup efektif di dalam mencegah adanya pengaksesan terhadap situs terlarang. Namun demikian, kelemahan yang dimiliki kedua teknik di atas adalah apabila suatu situs porno memiliki nama pranala yang tidak mengandung unsur porno, misalkan “inisitusbaik.com”, yang ternyata isinya penuh dengan hal yang berbau asusila.

Hal inilah yang mendorong perlu ditemukannya metode baru dalam pendeteksian pengaksesan situs terlarang, yaitu dengan melakukan pengecekan terhadap *content* yang dikandung oleh suatu situs internet, apakah mengandung unsur terlarang atau tidak. Hal ini dapat dilakukan dengan melakukan pencocokan *string* terhadap *content* suatu situs, apakah *content* suatu situs banyak mengandung hal yang berbau negatif atau tidak. Apabila hal ini dilakukan dengan metode konvensional, tentunya akan memakan waktu yang relatif lama. Oleh karena itulah diperlukan metode baru, yang terbukti mangkus di dalam melakukan pencocokan *string*, yaitu algoritma Boyer – Moore. Dengan diimplementasikannya algoritma ini dalam mendeteksi pengaksesan situs internet terlarang, diharapkan para generasi penerus bangsa dapat terhindar dari hal – hal negatif, sehingga dapat menjadi generasi penerus yang dapat memajukan bangsa di kemudian hari.

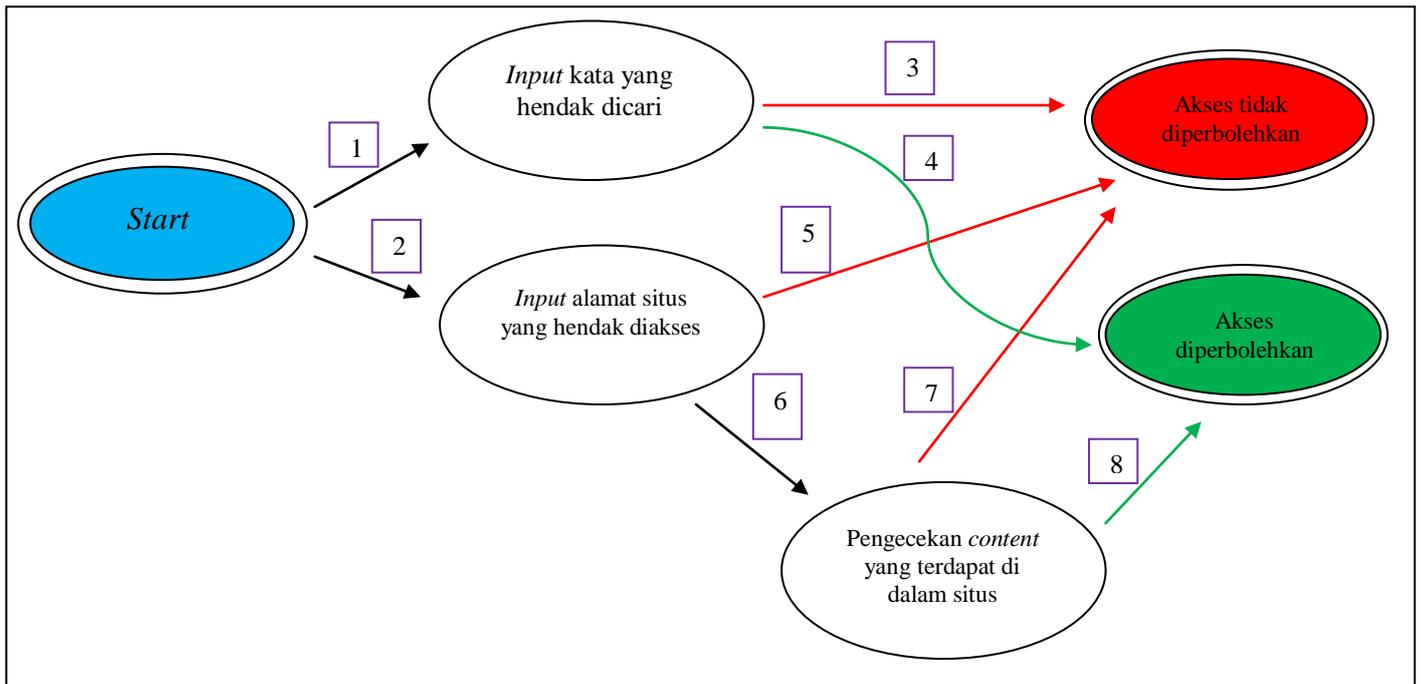
2. METODE

Segala sesuatu tentunya memiliki kelebihan dan kekurangan, begitu pula dengan metode pencocokan *string* Boyer – Moore guna mendeteksi pengaksesan suatu situs internet terlarang. Agar dapat mencapai tujuan yang hendak diraih dari diimplementasikannya metode Boyer-Moore, berikut akan dipaparkan ulasan inti hal – hal yang berhubungan dengan penerapan algoritma ini.

2.1 Cara Kerja

Berbeda dari teknik pemblokiran situs terlarang pada umumnya, yang mayoritas hanya mengecek nama pranala ataupun kata kunci yang ingin dicari pada suatu mesin pencari, implementasi algoritma pencocokan *string* Boyer – Moore di dalam mendeteksi pengaksesan situs internet terlarang, selain mengecek alamat situs yang akan diakses dan kata kunci yang dimasukkan dalam mesin pencari, metode ini juga melakukan pengecekan terhadap *content* yang dikandung oleh suatu situs sehingga peluang situs terlarang menyembunyikan *content*-nya dengan memberikan alamat situs yang tidak mencurigakan dapat diminimalisasi.

Secara sederhana, metode ini bertindak serupa dengan *firewall*, yang berfungsi menghalangi terjadinya koneksi antara satu komputer dengan suatu situs yang berpotensi



Gambar 1. Skema Automata Metode untuk Mendeteksi Pengaksesan Situs Internet Terlarang

merusak jaringan komputer. Perbedaan utamanya adalah metode ini menghalangi terjadinya koneksi antara satu komputer di dalam jaringan dengan suatu situs internet yang “terlarang” dengan jalan tidak memperbolehkan dilakukannya pengaksesan tersebut.

Pada bagian inialisasi, sistem diberikan masukan mengenai daftar kata yang berpotensi dikandung oleh situs terlarang, misalkan “porno”, “syur”, dan “sex”. Daftar kata ini bisa disimpan dalam suatu basis data, dimana daftar kata ini diisi oleh *administrator* jaringan internet komputer yang bersangkutan. Ketika suatu komputer yang terhubung di dalam jaringan tersebut berusaha mengakses suatu situs, sistem akan mengecek alamat situs yang bersangkutan. Apabila alamat situs mengandung upakata yang terdapat di dalam basis data “kata terlarang”, maka pengaksesan tidak diperbolehkan, apabila alamat yang bersangkutan tidak mengandung upakata yang disimpan dalam basis data, maka pengecekan selanjutnya dilakukan.

Pengecekan selanjutnya dilakukan dengan “membaca cepat” *content* suatu situs. Sistem kemudian menghitung berapa banyak upakata di dalam basis data “kata terlarang” yang dikandung oleh situs yang bersangkutan. Apabila situs yang bersangkutan mengandung cukup banyak upakata yang terdapat di dalam basis data, maka sistem akan menganggapnya sebagai situs internet terlarang dan melakukan pemblokiran akses terhadap situs tersebut. Jika terjadi sebaliknya, maka situs tersebut diijinkan untuk diakses.

Gambar 1 di atas merupakan skema automata dari metode pendeteksian akses situs terlarang yang hendak diimplementasikan.

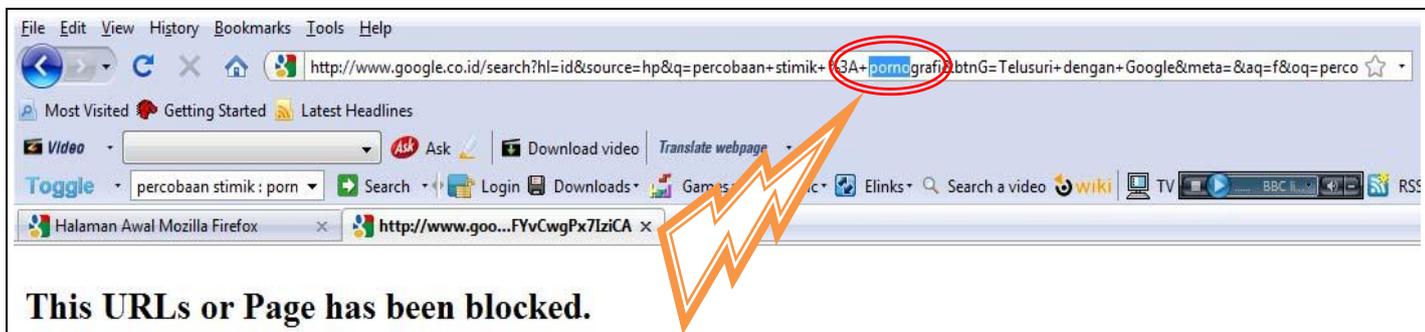
Keterangan Gambar 1

1	Mengakses mesin pencari
2	<i>Direct Link</i> ke suatu situs
3	<i>Input</i> kata mengandung upakata terlarang
4	<i>Input</i> kata tidak mengandung upakata terlarang
5	Alamat situs mengandung upakata terlarang
6	Alamat situs tidak mengandung upakata terlarang
7	<i>Content</i> suatu situs mengandung cukup banyak upakata terlarang
8	<i>Content</i> suatu situs tergolong “bersih” dari upakata terlarang

Apabila suatu komputer terdeteksi sedang berupaya untuk mengakses suatu situs terlarang, maka sistem akan menampilkan pesan sebagai berikut.



Gambar 2. Percobaan Pengaksesan Situs Terlarang



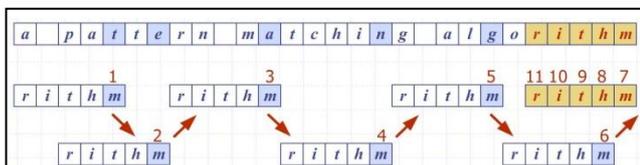
Gambar 3. Respon Sistem terhadap Pengaksesan Situs Terlarang

2.2 Algoritma Boyer – Moore

Algoritma Boyer-Moore merupakan algoritma pencocokan *string* yang paling efektif saat ini. Algoritma yang ditemukan oleh Bob Boyer dan J. Strother Moore ini telah menjadi standar untuk berbagai literatur pencocokan *string*. Algoritma Boyer-Moore dapat menentukan banyaknya pergeseran efektif yang bisa dilakukan untuk mencocokkan suatu pola di dalam suatu teks.

Karakteristik utama algoritma ini adalah menggunakan metode untuk melakukan pencocokan *string* mulai dari kanan (belakang) suatu bagian teks yang akan dicocokkan dengan pola yang hendak ditemukan. Dikarenakan karakteristik tersebut, ketidakcocokan yang terjadi saat dilakukan suatu pencocokan *string* akan membuat pergeseran pola (*pattern*) melompat lebih jauh ketika akan melakukan perbandingan selanjutnya agar keseluruhan waktu pencocokan *string* menjadi lebih cepat.

Berikut skema pencocokan *string* yang menggunakan algoritma Boyer-Moore.



Gambar 3. Skema Pencocokan *String* Menggunakan Algoritma Boyer - Moore

2.3 Efektivitas Algoritma Boyer-Moore

Algoritma Boyer_Moore menggunakan dua buah tabel untuk mengolah informasi saat terjadi ketidakcocokkan ketika melakukan suatu pencocokan *string*. Tabel pertama akan menghitung banyaknya pergeseran yang harus dilakukan berdasarkan identitas karakter yang menyebabkan ketidakcocokkan pada proses pencocokan *string* sebelumnya. Jumlah pergeseran yang terdapat pada tabel pertama ini sering disebut dengan *bad character shift*. Tabel kedua juga akan menghitung banyaknya pergeseran yang harus dilakukan, namun berdasarkan jumlah karakter yang berhasil dicocokkan sebelum pencocokan *string* tersebut menghasilkan ketidakcocokkan. Banyaknya pergeseran yang dihitung oleh tabel kedua ini dikenal dengan istilah *good suffix shift*.

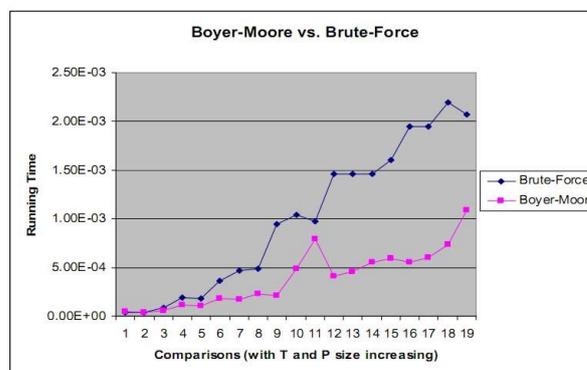
Tabel untuk penggeseran *bad-character* dan *good-suffix* dapat dihitung dengan kompleksitas waktu dan ruang sebesar $O(n + \sigma)$ dengan σ adalah besar ruang alfabet. Sedangkan pada fase pencarian, algoritma ini membutuhkan waktu sebesar $O(mn)$, pada kasus terburuk, algoritma ini akan melakukan $3n$ pencocokkan karakter, namun pada performa terbaiknya algoritma ini hanya akan melakukan $O(n/m)$ pencocokkan, dengan m menyatakan panjang pola yang dicari, sedangkan n menyatakan panjang teks.

2.4 Kelebihan

Untuk mengetahui kehandalan algoritma Boyer-Moore, berikut ditampilkan perbandingan kemampuan algoritma Boyer-Moore dibandingkan dengan metode pencocokan *string* konvensional –*Brute Force*.

Tabel 1. Hasil Perbandingan Kemampuan Algoritma Pencocokan *String*

Text Size	Pattern Size	Brute Force	Boyer-Moore
120	10	3.87E-05	4.83E-05
120	20	3.83E-05	3.87E-05
600	10	1.94E-04	1.16E-04
600	60	1.82E-04	1.03E-04
3000	300	1.04E-03	4.88E-04
3000	600	9.76E-04	7.93E-04
6000	120	1.95E-03	5.49E-04
6000	240	1.95E-03	6.00E-04
6000	300	2.19E-03	7.31E-04
6000	600	2.07E-03	1.09E-03



Gambar 4. Grafik Perbandingan Kemampuan Algoritma Pencocokan *String*

Data-data di atas diperoleh dari hasil percobaan *running time* dari tiap algoritma menggunakan *test case* berupa target teks dan *pattern* dengan panjang yang bervariasi. Ukuran teks maupun *pattern* dinyatakan dalam banyaknya karakter, sedangkan satuan waktu dinyatakan dalam detik.

Ditinjau dari manfaat yang dapat dihasilkan dari diimplementasikannya algoritma Boyer-Moore di dalam mendeteksi pengaksesan situs terlarang, terlihat bahwa kecepatan algoritma ini di dalam mencocokkan suatu *string* tidaklah begitu memakan waktu yang sangat signifikan. Berdasarkan fakta ini, dapat dianalisis bahwa kemampuan algoritma Boyer-Moore di dalam mendeteksi suatu situs terlarang –terutama untuk situs terlarang yang memiliki nama pranala yang tidak mengandung upakata terlarang, dimana algoritma Boyer-Moore perlu mendeteksi terlebih dahulu *content* situs tersebut untuk menentukan status situs tersebut – sangatlah dapat diandalkan karena akurasi yang tinggi dan waktu eksekusinya yang cepat. Dengan demikian, pengguna internet tidak akan merasa terganggu oleh adanya sistem pengamanan situs terlarang ini.

2.5 Kekurangan

Apabila berbicara mengenai kekurangan yang dimiliki algoritma Boyer-Moore, dapat dikatakan bahwa algoritma ini mengalami penurunan kecepatan pencocokan *string* untuk suatu teks yang memiliki karakter yang sangat mirip, misalkan *binary string*. Dikarenakan suatu *binary string* hanya tersusun atas karakter ‘0’ dan ‘1’, maka perhitungan penentuan banyaknya karakter yang perlu “dilompati” untuk melakukan pencocokkan berikutnya akan menyita waktu.

Di dalam penerapannya untuk mendeteksi adanya pengaksesan situs terlarang, tentu kasus di atas tidak mungkin terjadi karena upakata yang hendak dicari tentulah bukan suatu *binary string*. Jadi apabila berbicara mengenai kemungkinan penurunan performa algoritma ini di dalam mendeteksi pengaksesan situs terlarang, bisa dikatakan sangatlah kecil.

Berhubungan dengan tujuan dibangunnya sistem pencocokan *string* berbasis algoritma Boyer-Moore untuk mendeteksi adanya pengaksesan suatu situs terlarang, pada dasarnya sistem ini memiliki proteksi yang cukup ketat sehingga terdapat kemungkinan bahwa suatu situs yang bukan merupakan situs terlarang akan secara otomatis diblokir oleh sistem ini. Ambil contoh sebuah situs biologi yang mengulas tentang cara reproduksi hewan mamalia, dimana situs tersebut banyak mengandung kata “sex”. Situs tersebut notabene merupakan situs pendidikan untuk berbagi pengetahuan, namun dikarenakan banyak mengandung upakata terlarang, secara otomatis akan dianggap oleh sistem sebagai situs terlarang.

Tentu hal ini sangat disayangkan. Untuk menanggulangi hal tersebut, *administrator* dapat mendaftarkan pranala –

pranala tersebut ke dalam basis data situs “baik”. Sehingga sebelum sistem memblokir suatu situs, sistem terlebih dahulu melakukan pengecekan suatu nama pranala dengan basis data situs “baik” yang disimpan sistem. Apabila suatu pranala tergolong situs “baik”, maka pemblokiran tidak jadi dilakukan oleh sistem.

Metode di atas tergolong efektif apabila *administrator* mengetahui seluruh daftar situs “baik” yang ada di internet. Namun sayangnya, terkadang terdapat situs “baik” yang tidak diketahui oleh *administrator* sehingga secara otomatis terblokir oleh sistem. Ini merupakan sedikit kekurangan dari sistem pengecekan akses situs terlarang ini. Pada dasarnya hal ini tidaklah seberapa bila dibandingkan dengan manfaat yang dihasilkan oleh sistem ini. Lebih baik memblokir beberapa situs “baik” demi diblokirnya situs terlarang daripada situs “baik” tidak terblokir dengan jalan membiarkan situs terlarang untuk diakses. Lagipula apabila terdapat situs “baik” yang belum didaftarkan oleh *administrator* ke basis data, seorang *client* dapat memberitahukan situs tersebut kepada *administrator* agar tidak diblokir sistem. Hal ini tentu dapat dilakukan dengan cepat.

2.6 Manfaat

Sistem jaringan komputer yang mampu mendeteksi adanya pengaksesan situs terlarang tentunya sangat berguna untuk menghindarkan para pengguna jaringan internet dari pengaruh hal – hal negatif yang mampu membawa degradasi moral dan penurunan produktivitas kepada para pengguna jaringan. Perhatikan saja banyaknya tindakan asusila yang terjadi akibat stimulus yang dihasilkan oleh situs terlarang. Sistem ini diharapkan mampu mengurangi tindakan asusila yang terjadi di masyarakat dan menghindarkan pengaruh negatif situs terlarang terhadap mental masyarakat. Dengan terhindar dari pengaruh negatif situs terlarang, diharapkan semangat kompetisi masyarakat –dalam hal ini para pengguna internet – tidak akan menurun dan pada akhirnya dapat memberikan kontribusi nyata untuk kemajuan bangsa. Kekurangan kecil yang terdapat pada sistem ini tentu tidak sebanding dengan manfaat yang dihasilkannya.

Kemajuan suatu bangsa, khususnya Bangsa Indonesia, tentunya ditentukan oleh kualitas generasi penerusnya. Apabila mental generasi penerus bangsa mengalami penurunan akibat pengaruh suatu situs terlarang, tentu saja nasib suatu bangsa kian hari akan kian menurun. Dengan dibentuknya sistem pendeteksian akses situs terlarang ini, diharapkan dapat mendatangkan manfaat bagi terjaganya mental seseorang pada khususnya, dan memajukan kualitas suatu bangsa, terutama Bangsa Indonesia, pada umumnya.

Dengan diterapkannya algoritma pencocokan *string* Boyer – Moore di dalam membangun sistem jaringan yang mampu mendeteksi adanya pengaksesan suatu situs

terlarang, maka sistem mampu mendeteksi status suatu pranala dalam waktu yang singkat. Oleh karenanya, sistem ini mampu memberikan manfaat yang besar bagi masyarakat tanpa mengorbankan kepentingan (kepuasan) individu –di dalam mengakses suatu pranala pada internet.

3. KESIMPULAN

Algoritma pencocokan *string* merupakan salah satu komponen penting dalam pemrosesan *string* dan juga digunakan sebagai dasar dari berbagai aplikasi perangkat lunak khususnya sebagai bentuk dasar transfer data. Algoritma pencocokan *string* bekerja dengan menghasilkan posisi tempat terjadinya pengulangan suatu pola *string* dalam teks yang lebih panjang.

Algoritma pencocokan *string* Boyer – Moore merupakan algoritma pencocokan *string* yang paling mangkus hingga saat ini. Algoritma Boyer – Moore memiliki keunggulan dari algoritma pencocokan *string* lainnya. Keunggulan yang pertama adalah algoritma ini melakukan pencocokan *string* dari kanan (belakang). Keunggulan berikutnya adalah algoritma ini menggunakan dua buath tabel untuk menyimpan informasi pergeseran, yaitu *bad character shift* dan *good suffix shift*, sehingga kompleksitas waktu yang dibutuhkan tergolong rendah.

Dikarenakan keunggulan yang dimiliki algoritma Boyer –Moore, algoritma ini menjadi algoritma pencocokan *string* yang paling efektif saat ini guna diimplementasikan dalam sistem jaringan untuk mendeteksi adanya pengaksesan situs terlarang. Sistem pendeteksian ini mampu mendeteksi secara cepat status suatu situs, apakah tergolong situs terlarang atau tidak. Dengan adanya sistem ini, probabilitas diaksesnya suatu situs terlarang di dalam suatu jaringan dapat diturunkan secara signifikan sehingga secara tidak langsung dapat menjaga moral suatu masyarakat dan memajukan kualitas suatu bangsa.

REFERENSI

- [1] Boyer R.S., Moore J.S., 1977, A fast string searching algorithm. Communications of the ACM. 20:762-772.
- [2] Wee, Kim, Jiang, Dan. 2004, SequenceMatching algorithm: Boyer-Moore Algorithm
- [3] http://en.wikipedia.org/wiki/Boyer-Moore_string_search_algorithm.html
- [4] Rinaldi Muni. Diktat Kuliah Strategi Algoritmik. Program Studi Teknik Informatika ITB: 2007.