Optimasi Kasiski Examination pada Studi Kasus SPOJ The Bytelandian Cryptographer (Act IV)

Freddy Hermawan Y., Rully Soelaiman dan Wijayanti Nurul Khotimah
Departemen Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail: freddy.yuwono@gmail.com, rully@is.its.ac.id, wijayanti@if.its.ac.id

Abstrak—Pada era digitalisasi ini, tingkat kebutuhan masyarakat akan informasi semakin meningkat. Hal ini menye-babkan pertukaran informasi menjadi sangat mudah. Hal ini membuat informasi yang bersifat sensitif dapat terjadi kebocoran informasi kepada pihak - pihak yang tidak berke-pentingan. Kebocoran informasi terbagi menjadi dua apabila dilihat dari keutuhan informasi yang didapat, yaitu sebagian dan seutuhnya. Kebocoran informasi yang bersifat sebagian, membuat pihak-pihak yang tidak berkepentingan tetapi yang meminginkan informasi tersebut, berusaha untuk mendap-atkan informasi yang utuh dari potongan-potongan informasi yang telah didapatkan.

Permasalahan dalam buku tugas akhir ini adalah permasala-han untuk mendapatkan *plaintext* sebanyak-banyaknya dari *ciphertext* dan batas atas panjang kunci yang telah diketahui. Metode enskripsi yang digunakan merupakan teknik *Vigenere Cipher*. Dalam permasalahan ini diberikan *plaintext* dan *ciphertext*, akan tetapi terdapat informasi yang hilang pada keduanya. Diberikan batas atas panjang kunci, dimana batas atas ini belum tentu panjang kunci yang sesungguhnya. Untuk dapat merekonstruksi *plaintext* dari kepingan informasi yang didapatkan diperlukan untuk mencari panjang kunci yang di dapatkan dengan cara memodifikasi *Kasiski Examination* dan *Intersection*. Beberapa hal yang perlu diperhatikan seperti mempercepat *Kasiski Examination* dan juga *Intersection*.

Hasil dari metode ini telah berhasil untuk menyelesaikan permasalahan yang telah diangkat dengan benar. Waktu yang diperlukan untuk dapat menyelesaikan masukan sebesar 2MB rata-rata dalam 4,42 detik dengan alokasi memori sebesar 26,5MB.

Kata Kunci—Ciphertext, Kasiski Examination, Optimisasi, Plaintext.

I. Pendahuluan

Ketergantungan seseorang terhadap informasi tidak terlepas dari kebutuhan manusia akan informasi yang berada disekitarnya. Informasi yang diterima seseorang pada masa sekarang dapat melalui media fisik dan media digital. Media fisik seperti koran dan majalah, sedangkan media digital seperti facebook dan twitter. Media-media tersebut sanggup untuk menyebarkan informasi dengan sangat cepat, sehingga orang-orang dengan cepat menge-tahui informasi yang berada disekitarnya.

Informasi digital yang beredar di dunia maya pun tidak lepas dari penyalahgunaan informasi. Dibutuhkan suatu teknik penyandian terhadap data yang dimiliki agar data yang bersifat rahasia itu tidak diketahui dengan orang–orang yang tidak berkepentingan. Akan tetapi hal ini menarik perhatian dari pihak-pihak yang menginginkan informasi tersebut tetapi informasi yang diperoleh hanyalah terbatas dengan kepingan-kepingan data saja. Seperti contohnya adalah studi kasus SPOJ *The Bytelandian Cryptographer(Act IV)*. Pada studi kasus ini diketahui bahwa metode enskripsi yang digunakan adalah Vigenere Cipher. Diberikan sejumlah kasus ujicoba, untuk setiap kasus ujicoba diberikan sejumlah potongan-potongan informasi dari plaintext dan ciphertext dengan batas atas dari panjang kunci yang digunakan. Panjang Kunci yang diberikan bukan panjang kunci yang sesungguhnya. Diharapkan dari studi kasus tersebut adalah merekonstruksi ulang plaintext dari data yang telah tersedia. Batasan masalah jumlah inputan tidak akan melebihi dari 2 MB, batas atas panjang kuncinya bernilai $1 \leq M \leq 100.000$, dan jumlah kasus ujicoba $1 \leq T \leq 200$. Solusi dari studi kasus yang akan dibahas akan diimplementasikan dalam bentuk kode.

Hasil dari Tugas Akhir ini diharapkan dapat merekon-struksi ulang pesan dari kepingan-kepingan informasi yang telah didapatakan sebelumnya. Sehingga diharapkan memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu penge-tahuan dan komunikasi.

II. Tinjuan Pustaka

A. *Kasiski Examination*

Kasiski Examination adalah suatu teknik yang digu-nakan untuk mencari panjang kunci dari suatu *ciphertext* dari suatu *Polyalphabetic Cipher* dan turunannya. *Kasiski Examination* memanfaatkan kelemahan dari *Polyalphe-betical Cipher*, tanpa harus mengetahui *plaintext* dan himpunan kunci yang digunakan. Kelemahannya yaitu apabila suatu *substring plaintext* yang sama dienskripsi dengan *substring* dari kunci yang digunakan akan meng-hasilkan pola yang sama [1]. Metode pencarian panjang kunci yang dilakukan adalaha sebagai berikut.

1) Mencari semua substring yang berulang pada suatu kalimat.
2) Mencari panjang dimana subtring tersebut berulang kembali.
3) Mencari semua faktor dari nilai yang diperoleh dari tahap dua.
4) Mencari faktor persekutuan terbesar dari hasil yang diperoleh pada tahap tiga.

B. *Intersection*

Intersection adalah himpunan A dan himpunan B, dimana ada bagian dari A juga merupakan bagian dari B. [2].

III. Metode Penyelesaian

Dalam bagian pendahuluan telah dijelaskan bahwa enskripsi yang digunakan adalah *Vigenere Cipher*. Dimana enskripsi yang dilakuakn mengikuti aturan

$$y_i = x_i + k_{1+(i-1) mod M} \quad mod 26 \tag{1}$$

Pada studi kasus inputan yang bernilai A sampai dengan Z, dapat direpresentasikan menjadi 0 sampai dengan 25. Tahapan-tahapan untuk menyelesaikan studi kasus ini sebagai berikut:

1) Menyimpan posisi indeks karakter, dimana pada indeks tersebut baik *ciphertext* maupun *plaintext* tidak bernilai "*", besertra menyimpan hasil perhitungan selisih antara *ciphertext* dan *plaintext* [3].
2) Menyimpan posisi indeks, apabila *ciphertext* diketahui dan *plaintext* tidak diketahui. Untuk mengurangi running time dari program [3].
3) Pada tahapan ini adalah modifikasi dari *Kasiski Examnination*, apabila menggunakan *Kasiski Examination* pada umumnya yang hanya mencari posisi berulang dari suatu *substring* dalam suatu kalimat tidak bisa digunakan untuk menyelesaikan permasalahan ini. Oleh karena itu diubah menjadi mengiterasi *M* dari 1 sampai dengan *M*, yang akan digunakan untuk membagi selisih yang diketahui antara *plaintext* dan *ciphertext* sebesar posisi iterasi yang telah berjalan. Melihat apakah dalam blok-blok yang telah terbentuk ini terdapat *collision* dan indeks yang saling bertabrakan memiliki nilai yang sama atau tidak. Apabila sama maka tidak terjadi tabrakan sebalik jika terjadi tabrakan maka harus mencari panjang kunci yang baru. Mengiterasi panjang kunci dari $\frac{M}{2} + 1 \leq N \leq M$, alasannya dimulai dari $\frac{M}{2} + 1$ tidak dari 1 karena apabila suatu panjang kunci bernilai benar maka kelipatan dari panjang kunci itu pun juga pasti benar dan untuk mempersingkat waktu running time yang seharusnya terjadi. Pada bagian ini dilakukan untuk mencari panjang kunci yang benar dengan cara mengiterasi hasil yang diperoleh pada tahap satu *modulo* dengan posisi iterasi yang dilakukan. Apabila tidak terjadi konflik maka panjang kunci tersebut benar jika sebaliknya yang terjadi maka panjang kunci tersebut tidak salah. Pada bagian ini memungkinkan bahwa bisa jadi lebih dari satu panjang kunci yang bernilai benar.
4) Melakukan *intersection* terhadap himpunan dari kunci yang telah di hasilkan pada tahapan sebelumnya [3]. Intersection yang dilakukan berada didalam perulangan panjang kunci pada waktu *generate* setiap karakter yang terdapat dalam penyimpanan tahap dua pada panjang kunci tersebut dengan ketentuan sebagai berikut:
   a) Panjang kunci harus benar.
   b) Apabila terdapat indeks yang tidak dapat dipastikan isinya maka posisinya harus di buang dari penyimpanan dan hasilnya pasti "*".
   c) Apabila *plaintext* bernilai "*" dan himpunan kunci yang telah terbentuk tidak kosong pada indeks tersebut, maka plaintext akan bernilai sesuai dengan kunci yang terbentuk pada indeks tersebut.

IV. Ujicoba dan Analisis

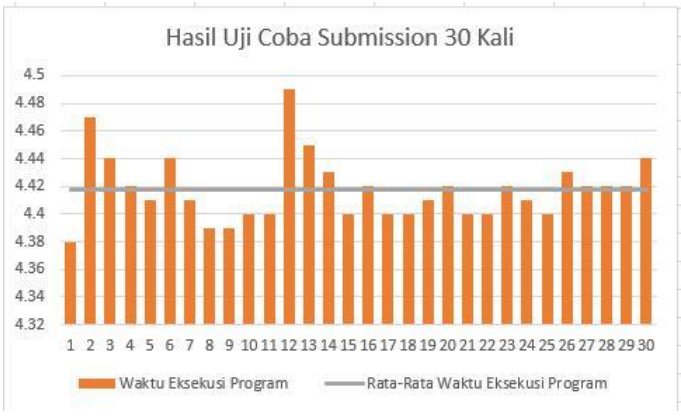
A. Uji coba Kebenaran

Uji coba kebenaran dilakukan dengan cara mengumpulkan berkas kode implementasi kedalam daring penilaian online SPOJ. Studi kasus yang diselesaikan adalah *The Bytelandian Cryptographer (Act IV)* dengan code CRYPTO4. Hasil uji kebenaran dan waktu eksekusi program pada situs SPOJ ditunjukkan pada Gambar 1.

20997300	2018-01-17 00:32:49	freddy	accepted	4.42	26M

Gambar 1. Hasil uji kebenaran dengan melakukan submission ke situs penilaian daring SPOJ

Uji coba kinerja dari implementasi program yang dihasilkan dengan cara mengumpulkan berkas kode implementasi kedalam daring penilaian online SPOJ sebanyak 30 kali dengan mencatat waktu dan memori yang dibutuhkan, dapat dilihat pada Gambar 2 dan Table 1.



Gambar. 2. Hasil Uji Coba Submission ke situs penilaian daring SPOJ sebanyak 30 kali

Tabel 1 Kecepatan Maksimal, Minimal, dan Rata-Rata dari Hasil Uji Coba Pengumpulan 30 Kali pada Situs Pengujian Daring Spoj

Waktu Maksimal	4,49 detik
Waktu Minimal	4,38 detik
Waktu Rata-Rata	4,418 detik
Memori Maksimal	27 MB
Memori Minimal	26 MB
Memori Rata-Rata	26,5 MB

B. Analisa Kompleksitas

Berdasarkan algoritma yang telah dibentuk pada bagian metode penyelesaian maka, didapatkan algoritma dengan kompleksitas waktu $O(T * \frac{M}{2} * (N + S))$ dengan T merupakan kasus ujicoba, $\frac{M}{2}$ adalah batas atas panjang kunci , N adalah jumlah posisi karakter yang terdapat pada tahap 2 pada subbab III, dan S adalah jumlah posisi karakter yang terdapat pada tahap 1 pada subbab III. Pada kondisi *worst case T** (*N* + *S*) = 1,000,000, sedangkan $\frac{M}{2}$ sebanyak $50{,}000$. Maka, banyak perulangan yang dihasilkan ketika kondisi *worst case* sebesar 50 miliar perulangan. Apabila 1 detik komputasi dapat melakukan 1 miliar perulangan , maka diperulkan 50 detik. Oleh karena itu hal ini tidak mungkin bisa dilakukan begitu saja. Diperlukan *pruning* pada sumber kode yang ada untuk memangkas waktu eksekusi program*. Prunning* yang dapat dilakukan ketiga menggunakan *Kasiski Examination* dan *Intersection*. Apabila semuanya ini telah dilakukan pasti mendapatkan seperti gambar 1 pada daring online SPOJ.

V. Kesimpulan

Dari hasil uji coba yang telah dilakukan terhadap peran-cangan dan implementasi algoritma untuk menyelesaikan studi kasus SPOJ *The Bytelandian Cryptographer (Act IV)* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1) Implementasi algoritma dengan menggunakan teknik *Kasiski Examination* dengan adanya optimasi tidak dapat menyelesaikan permasalahan SPOJ *The Bytelandian Cryptographer (Act IV)* dengan benar. Dengan adanya metode *Intersection* yang dilakukan setelah teknik *Kasiski Examination* dengan optimasi dapat menyelesaikan studi kasus tersebut dengan benar.
2) Kompleksitas waktu $O(T * \frac{M}{2} * (N + S))$ masih dapat menyelesaikan permasalahan SPOJ The Bytelandian Cryptographer (Act IV)
3) Waktu yang dibutuhkan oleh program untuk menye-lesaikan SPOJ *The Bytelandian Cryptographer (Act IV)* minimum 4.38 detik, maksimum 4.49 detik dan rata-rata 4.418 detik. Memori yang dibutuhkan berkisar antara 26-27 MB.

Saran-saran yang dapat diambil dari metode yang telah di bahas sebagai berikut:

1) Teknik *Kasiski Examination* masih cenderung lambat. Hal tersebut terjadi karena masih menggunakan teknik *brute force* sehingga hasil yang diperoleh kurang optimal. Perlu adanya optimisasi lanjutan yang dapat mencari suatu panjang kunci.

Ucapan Terima Kasih

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas pimpinan, penyertaan, dan karunia-Nya se-hingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada orang tua dan keluarga penulis, juga kepada Bapak Rully Soelaiman dan Ibu Nurul Wijayanti K. selaku dosen pembimbing penulis dan kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung selama penulis mengerjakan penelitian ini.

Daftar Pustaka

[1] "Kasiski Method." [Online]. Available: http://pages.mtu.edu/~shene/NSF-4/Tutorial/VIG/Vig-Kasiski.html
[2] K. Devlin, The Joy of Sets: Fundamentals of Contemporary Set Theory, 2nd ed. New York: Springer, 1993.
[3] john_jones, "SPOJ Discussion Board," 2009. [Online]. Available: http://discuss.spoj.com/t/problemset-3/242/13