

TUGAS AKHIR - KI141502

OPTIMASI KASISKI EXAMINATION PADA STUDI KASUS SPOJ THE BYTELANDIAN CRYPTOGRAPHER (ACT IV)

FREDDY HERMAWAN YUWONO
NRP 5113100040

Dosen Pembimbing I
Rully Soelaiman, S.Kom, M.Kom

Dosen Pembimbing II
Wijayanti Nurul Khotimah, S.Kom., M.Sc

Departemen INFORMATIKA
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya, 2018

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

TUGAS AKHIR - KI141502

**OPTIMASI KASISKI EXAMINATION PADA STUDI KASUS
SPOJ THE BYTELANDIAN CRYPTOGRAPHER (ACT IV)**

FREDDY HERMAWAN YUWONO
NRP 5113100040

Dosen Pembimbing I
Rully Soelaiman, S.Kom, M.Kom

Dosen Pembimbing II
Wijayanti Nurul Khotimah, S.Kom., M.Sc

Departemen INFORMATIKA
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya, 2018

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

UNDERGRADUATE THESIS - KI141502

**OPTIMIZATION KASISKI EXAMINATION ON STUDY CASE
SPOJ THE BYTELANDIAN CRYPTOGRAPHER (ACT IV)**

FREDDY HERMAWAN YUWONO
NRP 5113100040

Supervisor I
Rully Soelaiman, S.Kom, M.Kom

Supervisor II
Wijayanti Nurul Khotimah, S.Kom., M.Sc

Department of INFORMATICS
Faculty of Information Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya, 2018

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN
OPTIMASI KASISKI EXAMINATION PADA STUDI
KASUS SPOJ THE BYTELANDIAN CRYPTOGRAPHER
(ACT IV)

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada
Bidang Studi Algoritma Pemrograman
Program Studi S1 Departement Informatika
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

FREDDY HERMAWAN YUWONO
NRP: 5113100040

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Rully Soelaiman, S.Kom, M.Kom
NIP: 197002131994021001	(Pembimbing 1)

Wijayanti Nurul Khotimah, S.Kom., M.Sc
NIP: 198603122012122004	(Pembimbing 2)

SURABAYA
Januari 2018

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

OPTIMASI KASISKI EXAMINATION PADA STUDI KASUS SPOJ THE BYTELANDIAN CRYPTOGRAPHER (ACT IV)

Nama : FREDDY HERMAWAN YUWONO
NRP : 5113100040
Departemen : Informatika FTIK
Pembimbing I : Rully Soelaiman, S.Kom, M.Kom
**Pembimbing II : Wijayanti Nurul Khotimah, S.Kom.,
M.Sc**

Abstrak

Pada era Digitalisasi ini, tingkat kebutuhan masyarakat akan informasi semakin meningkat. Hal ini menyebabkan pertukaran informasi menjadi sangat mudah. Hal ini membuat informasi yang bersifat sensitif dapat terjadi kebocoran informasi kepada pihak - pihak yang tidak berkepentingan. Kebocoran informasi terbagi menjadi 2 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 mendapatkan informasi yang utuh dari potongan-potongan informasi yang telah didapatkan.

Permasalahan dalam buku tugas akhir ini adalah permasalahan untuk mendapatkan plaintext sebanyak-banyaknya dari ciphertext dan batas atas panjang kunci pada metode enkripsi yang menggunakan 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 dari Kasiski Examination dan juga Intersection terhadap hasil yang diperoleh dari pencarian panjang kunci.

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

Kata-Kunci: *Plaintext, Ciphertext, Kasiski Examination, Optimisasi.*

OPTIMIZATION KASISKI EXAMINATION ON STUDY CASE SPOJ THE BYTELANDIAN CRYPTOGRAPHER (ACT IV)

Name : FREDDY HERMAWAN YUWONO
NRP : 5113100040
Major : Informatics FTIK
Supervisor I : Rully Soelaiman, S.Kom, M.Kom
**Supervisor II : Wijayanti Nurul Khotimah, S.Kom.,
M.Sc**

Abstract

In this Digitalization era, the level of community needs for information is increasing. This make exchanging the information very easy. This makes the sensitive information leakage to the unauthorized party. The leakage of information divided into 2 when viewed from the integrity of information they get. First they get all information or second they only get a partial of information. Partial information leakage, make unauthorized party to reconstruct the information they get from all piece information they have already obtain.

The problem in this undergraduate thesis book is the problem to get plaintext as much as possible from the ciphertext and upper bound of key length. The encryption method is using the Vigenere Cipher technique. Given the plaintext and ciphertext, but there is missing information in both of them. Given the upper bound of key length, that is not real key length. To reconstruct plaintext from piece information, must find the length of key from modify Kasiski Examination and Intersection. Some things to note that using only modify Kasiski Examination and Intersection can not solving the problem. Required to optimize both of them to get the answer and right time.

The results show that this problem is successfully solved. Averaging time of 4.42 second and averaging memory use about 26.5MB to solve 2MB data.

Keywords: *Plaintext, Ciphertext, Kasiski Examination, Optimization.*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan yang Maha Esa, atas berkatNya penulis dapat menyelesaikan buku berjudul **Optimasi Kasiski Examination pada Studi Kasus SPOJ The Bytelandian Cryptographer (Act IV)**.

Selain itu, pada kesempatan ini penulis menghaturkan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang tanpa mereka, penulis tidak akan dapat menyelesaikan buku ini:

1. **Tuhan Yesus Kristus** atas segala berkat, limpahan karunia, kesempatan dan rancangan jalanNya-lah penulis masih diberi nafas kehidupan, waktu, tenaga dan pikiran untuk menyelesaikan buku ini.
2. **Alm. Papa** yang selalu menguatkan, menasehati, dan luar biasa sabar dalam mengingatkan penulis agar tidak lupa menjaga kesehatan dan selalu bersyukur selama masa studi.
3. **Mama dan saudara** yang selalu memberikan saran, dukungan, doa dan tidak lupa untuk selalu bersyukur selama masa studi.
4. **Yth. Bapak Rully Soelaiman** sebagai dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan ilmu, bimbingan, nasihat, motivasi, serta waktu diskusi sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini; dan
Yth. Ibu Wijayanti Nurul Khotimah sebagai dosen pembimbing II yang memberi bimbingan, saran teknis dan administratif, diskusi dan pemecahan masalah dalam pembuatan dan penulisan buku tugas akhir.
5. **Teman-teman Sarjana Komedi** yang telah mengingatkan, memberikan semangat dan inspirasi untuk terus melanjutkan tugas akhir di saat penulis kehilangan semangat.
6. **Teman-teman S1 Teknik Informatika 2013** yang membantu, menyemangati dan bertukar pikiran dengan penulis selama pengerjaan tugas akhir ini.
7. **Teman-teman S1 Teknik Informatika bukan 2013**, yang

telah banyak membantu, menyemangati dan bertukar pikiran dengan penulis selama pengerjaan tugas akhir ini, terutama pada Steven, Theo, Daniel, dan Glenn.

8. Serta semua pihak yang tidak tertulis, baik yang membantu dalam proses pengujian, membantu memikirkan saat ada masalah, dan lainnya yang telah turut membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran dari pembaca sekalian untuk memperbaiki buku ini ke depannya. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat yang sebaik-baiknya.

Surabaya, Januari 2018

Freddy Hermawan Yuwono

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR KODE SUMBER.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Metodologi.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	7
2.1 Definisi Umum.....	7
2.1.1 Polyalphabetic Cipher	7
2.1.2 Ciphertext.....	8
2.1.3 Plaintext	8
2.1.4 Secret Key	8
2.1.5 Friedman test	9
2.1.6 Kasiski Examination	10
2.1.7 Intersection	10
2.2 Deskripsi Permasalahan	11
2.3 Contoh Kasus Permasalahan	13
2.4 Penyelesaian Masalah The Bytelandian Cryptographer (Act IV).....	21
BAB III DESAIN	25
3.1 Desain Umum Sistem	25
3.2 Desain Algoritma	26
3.2.1 Desain fungsi SOLVE	26
3.2.2 Desain Fungsi VALIDITY	31

BAB IV IMPLEMENTASI	33
4.1 Lingkungan Implementasi	33
4.2 Rancangan Data	33
4.2.1 Data Masukan	33
4.2.2 Data Keluaran	34
4.3 Implementasi Algoritma dan Struktur Data	34
4.3.1 Struktur Data yang Digunakan.....	34
4.3.2 <i>Header</i> yang Diperlukan.....	34
4.3.3 <i>Preprocessor Directives</i>	35
4.3.4 Variabel Global	36
4.3.5 Implementasi Fungsi Main	38
4.3.6 Implementasi Fungsi SOLVE.....	39
4.3.7 Implementasi Fungsi VALIDITY	40
BAB V UJI COBA DAN EVALUASI	43
5.1 Lingkungan Uji Coba	43
5.2 Uji Coba Kebenaran	43
5.3 Analisa Kompleksitas Waktu	45
BAB VI PENUTUP	49
6.1 Kesimpulan.....	49
6.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51
BAB A Lampiran	53
BAB B Hasil Percobaan dengan menggunakan Algoritma Naive dan Kasiski Examination	59
BIODATA PENULIS.....	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Contoh <i>Kasiski Examintaion</i>	10
Tabel 2.2 Contoh 1.....	14
Tabel 2.3 Langkah 1 Contoh 1.....	14
Tabel 2.4 Contoh 2.....	15
Tabel 2.5 Panjang Kunci 1 Contoh 2.....	15
Tabel 2.6 Panjang Kunci 2 Contoh 2.....	16
Tabel 2.7 Panjang Kunci 3 Contoh 2.....	16
Tabel 2.8 Panjang Kunci 4 Contoh 2.....	17
Tabel 2.9 Hasil Contoh 2	18
Tabel 2.10Contoh 3.....	18
Tabel 2.11Panjang Kunci 1 Contoh 3.....	18
Tabel 2.12Panjang Kunci 2 Contoh 3.....	19
Tabel 2.13Panjang Kunci 3 Contoh 3.....	20
Tabel 2.14Panjang Kunci 4 Contoh 3.....	20
Tabel 2.15Hasil dari Contoh 3.....	21
 Tabel 3.1 Masukan, Proses, dan Keluaran fungsi MAIN..	25
Tabel 3.2 Penjelasan variabel yang digunakan dalam fungsi MAIN.....	26
Tabel 3.3 Masukan, Proses, dan Keluaran fungsi SOLVE	27
Tabel 3.4 Penjelasan variabel yang digunakan dalam fungsi SOLVE	30
Tabel 3.5 Masukan, Proses, dan Keluaran fungsi MAIN..	31
Tabel 3.6 Penjelasan variabel yang digunakan dalam fungsi VALIDITY	32
 Tabel 4.1 Penjelasan Variabel yang digunakan dalam variabel global	37
Tabel 4.2 Penjelasan Variabel yang digunakan dalam fungsi MAIN.....	38
Tabel 4.3 Penjelasan Variabel yang digunakan dalam fungsi SOLVE	40

Tabel 4.4 Penjelasan Variabel yang digunakan dalam fungsi MAIN.....	41
Tabel 5.1 Kecepatan Maksimal, Minimal, dan Rata-Rata dari Hasil Uji Coba Pengumpulan 30 Kali pada Situs Pengujian Daring Spoj	44
Tabel B.1Hasil Percobaan Penyelesaian Studi Kasus SPOJ The Bytelandian Cryptographer(Act IV) dengan menggunakan algoritma optimasi <i>Kasiski Examination</i> dan <i>Intersection</i> (1)	59
Tabel B.2Hasil Percobaan Penyelesaian Studi Kasus SPOJ The Bytelandian Cryptographer(Act IV) dengan menggunakan algoritma optimasi <i>Kasiski Examination</i> dan <i>Intersection</i> (2)	60
Tabel B.3Hasil Percobaan Penyelesaian Studi Kasus SPOJ The Bytelandian Cryptographer(Act IV) dengan menggunakan algoritma optimasi <i>Kasiski Examination</i> dan <i>Intersection</i> (3)	61
Tabel B.4Hasil Percobaan Penyelesaian Studi Kasus SPOJ The Bytelandian Cryptographer(Act IV) dengan menggunakan algoritma optimasi <i>Kasiski Examination</i> dan <i>Intersection</i> (4)	62
Tabel B.5Hasil Percobaan Penyelesaian Studi Kasus SPOJ The Bytelandian Cryptographer(Act IV) dengan menggunakan algoritma optimasi <i>Kasiski Examination</i> dan <i>Intersection</i> (5)	63
Tabel B.6Hasil Percobaan Penyelesaian Studi Kasus SPOJ The Bytelandian Cryptographer(Act IV) dengan menggunakan algoritma <i>Naive</i> (0) .	64
Tabel B.7Hasil Percobaan Penyelesaian Studi Kasus SPOJ The Bytelandian Cryptographer(Act IV) dengan menggunakan algoritma <i>Naive</i> (1) .	65

Tabel B.8	Hasil Percobaan Penyelesaian Studi Kasus SPOJ The Bytelandian Cryptographer(Act IV) dengan menggunakan algoritma <i>Naive</i> (2) .	66
Tabel B.9	Hasil Percobaan Penyelesaian Studi Kasus SPOJ The Bytelandian Cryptographer(Act IV) dengan menggunakan algoritma <i>Naive</i> (3) .	67
Tabel B.10	Hasil Percobaan Penyelesaian Studi Kasus SPOJ The Bytelandian Cryptographer(Act IV) dengan menggunakan algoritma <i>Naive</i> (4) .	68

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Aturan <i>Polyalphabetical Cipher</i>	8
Gambar 2.2 Deskripsi Permasalahan dalam Bahasa Inggris pada SPOJ <i>The Bytelandian Cryptographer (Act IV)</i>	12
Gambar 3.1 Gambar Fungsi Main.....	25
Gambar 3.2 Gambar Fungsi SOLVE (1)	28
Gambar 3.3 Gambar Fungsi SOLVE (2)	29
Gambar 3.4 Gambar Fungsi VALIDITY.....	31
Gambar 5.1 Gambar Perbandingan Kinerja Algoritma Optimasi <i>Kasiski Examination</i> dengan <i>Intersection</i> dan <i>Intersection</i>	47
Gambar 5.2 Gambar Kinerja Algoritma Optimasi <i>Kasiski Examination</i> dengan <i>Intersection</i>	47
Gambar 5.3 Gambar Kinerja Algoritma <i>Naive</i>	48
Gambar A.1 Hasil Uji Coba pada Situs Penilaian SPOJ..	53
Gambar A.2 Grafik Hasil Uji Coba pada Situs SPOJ Sebanyak 30 Kali	53
Gambar A.3 Hasil Pengujian Sebanyak 30 Kali pada Situs Penilaian Daring SPOJ (1).....	54
Gambar A.4 Hasil Pengujian Sebanyak 30 Kali pada Situs Penilaian Daring SPOJ (2).....	55
Gambar A.5 Daftar Peringkat Berdasarkan Kecepatan Eksekusi Program yang Diperoleh dari Dari SPOJ(1)	56
Gambar A.6 Daftar Hasil Peringkat Berdasarkan Kecepatan Eksekusi Program yang Diperoleh dari Dari SPOJ(2).....	57

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR KODE SUMBER

4.1	<i>Header</i> yang diperlukan	35
4.2	Preprocessor Directives	36
4.3	Variabel Global	36
4.4	Fungsi main	38
4.5	Fungsi SOLVE	39
4.6	Fungsi SOLVE	40
4.7	Fungsi VALIDITY	41

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai garis besar Tugas Akhir yang meliputi latar belakang, tujuan, rumusan dan batasan permasalahan, metodologi pembuatan Tugas Akhir, dan sistematika penulisan.

1.1 Latar Belakang

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 sangat cepat, sehingga orang-orang dengan cepat mengetahui informasi yang berada disekitarnya.

Pada zaman modern ini suatu informasi, terutama yang bersifat rahasia menjadi semakin rentan akan penyalahgunaan informasi tersebut. Oleh karena itu, informasi ini disimpan akan disimpan pada tempat-tempat yang aman dan penulisan dari informasi ini pada umumnya menggunakan sandi yang hanya dimengerti oleh orang-orang yang berkepentingan terhadap informasi tersebut.

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. Teknik penyandian terhadap data digital dapat dibagi menjadi 2 jika melihat dari teknik penyandiannya yaitu *symmetric cipher* dan *asymmetric cipher*. Teknik *symmetric cipher* dapat dibagi menjadi menjadi 4 bagian jika dilihat dari penyubtitusiannya yaitu *Caesar cipher*, *monoalphabetic cipher*, *polyalphabetic cipher*, *one time pad*. Pada dasarnya

pendeskripsian dari data yang terenkripsi dengan penyediaan *symmetric cipher* dengan cara mengetahui kuncinya dan tipe dari penyubstitusiannya.

Dalam Tugas Akhir ini penulis akan mencoba mendeskripsikan informasi terbut dengan menggunakan metode *symmetric cipher* dan teknik substitusinya menggunakan *polyalphabetic cipher*. Salah satunya dengan menggunakan modifikasi *Kasiski Examination*, akan tetapi dalam permasalahan ini apabila hanya menggunakan *Kasiski Examination* waktu yang dibutuhkan sangatlah besar, oleh karena itu penulis mengoptimasi metode yang telah ada.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diangkat dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana penerapan Optimasi *Kasiski Examination* untuk menyelesaikan studi kasus SPOJ *The Bytelandian Cryptographer(Act IV)*
2. Bagaimana hasil dari kinerja Optimasi *Kasiski Examination* yang digunakan untuk menyelesaikan studi kasus SPOJ *The Bytelandian Cryptographer(Act IV)*

1.3 Batasan Masalah

Dari permasalahan yang telah diuraikan di atas, terdapat beberapa batasan masalah pada tugas akhir ini, yaitu:

1. Bahasa pemrograman yang akan digunakan adalah bahasa pemrograman C/C++.
2. Batasan maksimum panjang dari *input file* sebesar 2 MB.
3. Batasan maksimum panjang dari batas atas *key* sebesar 100,000 karakter.

4. *Dataset* yang digunakan adalah *dataset* pada problem SPOJ *The Bytelandian Cryptographer (Act IV)*.

1.4 Tujuan

Tujuan dari pengerjaan Tugas Akhir ini adalah:

1. Menerapkan Optimasi *Kasiski Examination* untuk menyelesaikan studi kasus SPOJ *The Bytelandian Cryptographer (Act IV)*.
2. Mengevaluasi hasil dan kinerja Optimasi *Kasiski Examination* dalam menyelesaikan studi kasus SPOJ *The Bytelandian Cryptographer(Act IV)*

1.5 Metodologi

Langkah-langkah yang ditempuh dalam pengerjaan Tugas Akhir ini yaitu:

1. Penyusunan proposal Tugas Akhir

Pada tahap ini dilakukan penyusunan proposal Tugas Akhir yang berisi permasalahan dan gagasan solusi yang akan diteliti pada SPOJ *The Bytelandian Cryptographer (Act IV)*.

2. Studi literatur

Pada tahap ini dilakukan pencarian informasi dan studi literatur mengenai pengetahuan atau metode yang dapat digunakan dalam penyelesaian masalah. Informasi didapatkan dari materi-materi yang berhubungan dengan algoritma yang digunakan untuk penyelesaian permasalahan ini, materi-materi tersebut didapatkan dari buku, jurnal, maupun internet.

3. Desain

Pada tahap ini dilakukan desain rancangan algoritma yang digunakan dalam solusi untuk pemecahan SPOJ *The*

Bytelandian Cryptographer (Act IV)

4. Implementasi perangkat lunak

Pada tahap ini dilakukan implementasi atau realiasi dari rancangan desain algoritma yang telah dibangun pada tahap desain ke dalam bentuk program.

5. Uji coba dan evaluasi

Pada tahap ini dilakukan uji coba kebenaran implementasi. Pengujian kebenaran dilakukan pada sistem penilaian daring SPOJ sesuai dengan masalah yang dikerjakan untuk diuji apakah luaran dari program telah sesuai.

6. Penyusunan buku Tugas Akhir Pada tahap ini dilakukan penyusunan buku Tugas Akhir yang berisi dokumentasi hasil pengerjaan Tugas Akhir.

1.6 Sistematika Penulisan

Buku Tugas Akhir ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran dari pengerjaan Tugas Akhir ini. Secara garis besar, buku Tugas Akhir terdiri atas beberapa bagian seperti berikut ini:

Bab I Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang masalah, tujuan dan manfaat pembuatan Tugas Akhir, permasalahan, batasan masalah, metodologi yang digunakan, dan sistematika penyusunan Tugas Akhir.

Bab II Dasar Teori

Bab ini berisi dasar teori mengenai permasalahan dan garis besar penyelesaian yang digunakan dalam Tugas Akhir dan deskripsi permasalahan yang digunakan dalam Tugas Akhir.

Bab III Desain

Bab ini berisi desain algoritma yang digunakan dalam penyelesaian permasalahan.

Bab IV Implementasi

Bab ini berisi implementasi berdasarkan desain algoritma yang telah dilakukan pada tahap desain.

Bab V Pengujian dan Evaluasi

Bab ini berisi uji coba dan evaluasi dari hasil implementasi yang telah dilakukan pada tahap implementasi.

Bab VI Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil pengujian yang dilakukan, dan membahas saran untuk pengembangan algoritma lebih lanjut.

Daftar Pustaka

Merupakan daftar referensi yang digunakan untuk mengembangkan Tugas Akhir.

Lampiran

Merupakan bab tambahan yang berisi hal-hal terkait yang penting dalam aplikasi ini.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

LANDASAN TEORI

Bab ini akan membahas mengenai dasar teori dan literatur yang menjadi dasar pengerjaan tugas akhir ini. Pada subbab 2.1 membahas mengenai definisi umum yang digunakan dalam memecahkan permasalahan ini. Pada subbab 2.2 membahas mengenai deskripsi permasalahan. Pada subbab 2.3 membahas mengenai contoh permasalahan. Pada subbab 2.4 membahas mengenai penyelesaian masalah secara lengkap.

2.1 Definisi Umum

Pada subbab ini membahas definisi-definisi yang digunakan sebagai dasar untuk memahami permasalahan ini dan pemecahannya.

2.1.1 Polyalphabetic Cipher

Polyalphabetic Cipher merupakan salah satu teknik untuk menenkripsi dengan menggunakan substitusi huruf untuk menyubstitusikannya. Secara garis besar yang dimaksud dengan *polyalphabetic cipher* memiliki 2 aturan dasar yang harus dipenuhi yaitu :

1. Memiliki satu set aturan substitusi *monoalphabetic cipher* yang digunakan.
2. Sebuah kunci mengatur suatu aturan tertentu yang dipilih untuk mengatur transformasi yang dilakukan.

Untuk memperjelas aturan di atas, dapat dilihat pada Gambar 2.1.

$$\begin{aligned}
C &= c_0, c_1, c_2, \dots, c_{n-1} \\
E(K, P) &= E[(k_0, k_1, \dots, k_{m-1})(p_0, p_1, \dots, p_{n-1})] \\
&= (p_0 + k_0) \bmod 26, (p_1 + k_1) \bmod 26, \dots, (p_{m-1} + k_{m-1}) \bmod 26, \\
&\quad (p_m + k_0) \bmod 26, (p_{m+1} + k_1) \bmod 26, \dots, (p_{2m-1} + k_{m-1}) \bmod 26, \dots
\end{aligned}$$

Gambar 2.1 Aturan *Polyalphabetic Cipher*

Di mana C adalah *ciphertext*, E adalah fungsi enkripsi, K adalah kunci, dan P adalah *plaintext*. Salah satu turunan dari *polyalphabetic cipher* adalah teknik *Vigenere Cipher* yang menjadi dasar permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini[1].

2.1.2 Ciphertext

Ciphertext adalah suatu pesan / teks acak yang dihasilkan dari suatu algoritma kriptografi. Contoh dari *ciphertext* dalam kasus *polyalphabetic cipher* adalah "RTPPRKGFI" yang merupakan hasil enkripsi dari "PLAINTEXT" dan menggunakan kunci "CIPHER"[2].

2.1.3 Plaintext

Plaintext adalah data original sebagai inputan dari suatu metode enkripsi yang akan dilakukan[2]. Biasanya merupakan suatu rangkaian kata yang masih dapat dipahami artinya atau hasil keluaran dari suatu algoritma kriptografi yang akan dienskripsi lagi.

2.1.4 Secret Key

Secret Key atau yang lebih dikenal dengan *key* adalah suatu inputan dari algoritma enkripsi yang akan menentukan suatu

transformasi dan substitusi yang akan dilakukan oleh algoritma enkripsi[2]. Dalam kasus *polyalphabetical cipher* pada permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini, panjang kunci yang digunakan setidaknya 1.

2.1.5 Friedman test

Friedman test atau *Kappa Test* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mendeskripsikan *Polyalphabetical Cipher* dengan menggunakan *index of coincidence*. *Index of coincidence* digunakan untuk mengukur tingkat ketidakrataan frekuensi *ciphertext*. Untuk menghitung *index of coincidence* digunakan persamaan 2.1[7].

$$IC = c * ((\frac{n_a}{N} * \frac{n_a - 1}{N - 1}) + (\frac{n_b}{N} * \frac{n_b - 1}{N - 1}) + (\frac{n_c}{N} * \frac{n_c - 1}{N - 1}) + \dots + (\frac{n_z}{N} * \frac{n_z - 1}{N - 1})) \quad (2.1)$$

Persamaan 2.1 dapat disederhanakan menjadi persamaan 2.2.

$$IC = \frac{\sum_{i=1}^c n_i(n_i - 1)}{\frac{N*(N-1)}{c}} \quad (2.2)$$

IC adalah *index of coincidence*, n_a adalah jumlah huruf "a" yang terdapat pada suatu *ciphertext* dan seterusnya, N adalah jumlah huruf yang terdapat pada *ciphertext*, c adalah jumlah huruf dalam alfabet. Karena tidak dapat mengetahui jumlah huruf yang mungkin terbentuk dalam alfabet yang ada dan harus mengetahui jumlah setiap huruf yang muncul dalam suatu *ciphertext*. Karena keterbatasan informasi mengenai *ciphertext* yang didapatkan, maka metode ini tidak dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam tugas akhir ini.

2.1.6 Kasiski Examination

Kasiski Examination merupakan suatu teknik yang digunakan untuk mendeskripsikan secara paksa suatu *ciphertext* yang menggunakan teknik substitusi, baik itu *polyalphabetical cipher* maupun *monoalphabetical cipher*. Teknik menggunakan kelemahan yang ditimbulkan oleh teknik substitusi itu sendiri. Yaitu apabila suatu *subtring* dari *plaintext* dan *subtring* dari suatu set kunci yang berulang terdapat yang berulang, maka dapat dipastikan untuk menebak panjang huruf / karakter kunci yang digunakan, tanpa diketahui *plaintext* dan kuncinya. Sebagai contoh dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Contoh *Kasiski Examintaion*

<i>ciphertext</i>	C	S	A	S	X	S	J	O	S	P	C	S	A	S	X
-------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Dari Tabel 2.1 yang ada dapat disimpulkan bahwa kata "CSASX" berulang. Sehingga setidaknya dapat disimpulkan bahwa panjang kuncinya mungkin 5 karakter atau faktor dari 10[8]. Cara pencarian panjangnya:

1. Mencari semua subtring yang berulang. Seperti Tabel 2.1.
2. Mencari semua faktor kapan subtring itu berulang lagi sebagai contoh Tabel 2.1 itu selisih antara sub kalimat "CSASX" adalah 10. Maka, faktor dari 10 adalah 10,5,2,1.
3. Kemungkinan besar faktor yang sering berulang adalah jawabannya.

Hal ini yang menjadi dasar pengerjaan permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini.

2.1.7 Intersection

Intersection adalah himpunan A dan himpunan B di mana ada bagian dari A juga merupakan bagian dari B. Sehingga dapat

ditulis dengan persamaan 2.3.

$$A \cap B = \{x : x \in A \text{ dan } x \in B\} \quad (2.3)$$

Sebagai contoh *intersection* antara $\{1, 2, 3\}$ dan $\{1, 4, 5\}$ adalah $\{1\}$ [5].

2.2 Deskripsi Permasalahan

Permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini diangkat dari suatu permasalahan yang terdapat pada suatu situs penilaian daring atau *online judge* SPOJ yaitu *The Bytelandian Cryptographer (Act IV)* dengan nomer soal 20 dengan kode soal CRYPTO4. Deskripsi soal yang asli menggunakan bahasa Inggris dapat dilihat pada Gambar 2.2[3].

Permasalahan pada *The Bytelandian Cryptographer (Act IV)* diberikan pesan dengan panjang N huruf, huruf yang digunakan adalah huruf kapital latin dari A sampai dengan Z, yang dapat ditafsirkan menjadi bilangan bulat dari 0 sampai dengan 25. Diberikan kunci untuk mentransmisikan pesan yang diketahui oleh kedua belah pihak yang terdiri dari M bilangan bulat. Dengan menggunakan kunci yang ada bahwa pada index ke i dari pesan pada index x_i akan di enkripsikan ke dalam bentuk index ke i dari pesan hasil enkripsi y , yang mengikuti aturan 2.4.

$$y_i = x_i + k_{1+(i-1) \bmod M \bmod 26} \quad (2.4)$$

Diketahui *plaintext* dan *ciphertext* yang diberikan hanya berupa potongan-potongan dari kedua pesan tersebut. Dicari bagaimana menkonstruksi ulang pesan yang telah didapat sehingga bisa membentuk *plaintext* yang asli dari pesan yang telah didapatkan sebanyak-banyaknya.

CRYPTO4 - The Bytelandian Cryptographer (Act IV)

no tags

The Bytelandian Cryptographer has been requested by the BBFO to put forward an encryption scheme which would allow the BBFO to communicate with its foreign associates. After some intensive studies, he has decided upon the Vigenère cipher. Messages written using 26 upper case characters of the Latin alphabet: A, B, ..., Z which are interpreted as integers 0, 1, ..., 25 respectively. The secret cypher for transmitting a message is known to both sides and consists of n integers k_1, k_2, \dots, k_n . Using this cypher, the i -th number x_i of the input message x is encrypted to the form of the i -th number of the output message y , as follows:

$$y_i = (x_i + k_i + ((i-1) \bmod n)) \bmod 26.$$

You are trying to find out the content of a message transmitted by the BBFO. By a lucky stroke of fortune, your spies managed to intercept the message in both its plaintext and encrypted form (x and y respectively). Unfortunately, during their dramatic escape the files they were carrying were pierced by bullets and fragments of messages x and y were inadvertently lost. Or were they? It is your task to reconstruct as much of message x as you possibly can.

Gambar 2.2 Deskripsi Permasalahan dalam Bahasa Inggris pada
SPOJ *The Bytelandian Cryptographer (Act IV)*

Deskripsi mengenai format masukan sebagai berikut:

1. Baris pertama berisi sejumlah T kasus uji coba
2. Setiap kasus uji coba, baris pertama berisi 1 bilangan bulat M dimana merupakan sejumlah batas atas panjang kunci yang digunakan
3. Baris kedua dari setiap kasus uji coba berisi *plaintext*.
4. Baris ketiga dari setiap kasus uji coba berisi *ciphertext*.

Plain text dan *ciphertext* dalam format masukan menggunakan karakter A sampai dengan Z yang dapat ditafsirkan kedalam bilangan bulat 0 sampai dengan 25 dan karakter '*' yang dapat ditafsirkan sebagai karakter yang hilang.

Format keluaran yang dihasilkan adalah 1 baris *plaintext* yang dapat direkonstruksi dan '*' apabila nilai dari karakter pada posisi tersebut tidak dapat ditentukan. Batasan permasalahan *The Bytelandian Cryptographer (Act IV)* adalah sebagai berikut:

1. $T \leq 200$
2. $1 \leq M \leq 100,000$
3. Panjang *input file* tidak melebihi dari 2MB.
4. Lingkungan penilaian Intel Pentium G860 3GHz.
5. Batas Waktu: ≤ 17 detik
6. Batas Sumber Code : 50000B
7. Batas Memory : 1536 MB.

2.3 Contoh Kasus Permasalahan

Dalam Permasalahan yang diangkat ini huruf A sampai dengan Z ditafsirkan sebagai 0 sampai dengan 25. Contoh 1. Diketahui M bernilai 1 yang menunjukkan batas atas dari panjang kunci. Diketahui *plaintext* adalah A*X*C dan *ciphertext* adalah **CM*.

Tabel 2.2 Contoh 1

<i>index</i>	0	1	2	3	4
<i>plain text</i>	A	*	X	*	C
<i>ciphertext</i>	*	*	C	M	*
Selisih yang diketahui			5		
Hasil	A	*	X	H	C

Dari Tabel 2.2 dapat diketahui bagaimana hasil yang akan dicapai. Cara mencapai hasil yang diinginkan adalah sebagai berikut. Pertama-tama pencarian panjang kunci. Pada pencarian panjang kunci harus mengetahui dahulu batas atas dari panjang kunci tersebut. Pada contoh kasus ini M bernilai 1, maka kemungkinan jawabannya hanya ada 1, yaitu M itu sendiri, karena suatu panjang kunci yang digunakan dalam enkripsi tidak mungkin 0. Diasumsikan bahwa 1 warna mewakili satu blok kunci yang akan digunakan. Maka akan membentuk seperti pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Langkah 1 Contoh 1

<i>index</i>	0	1	2	3	4
<i>plain text</i>	A	*	X	*	C
<i>ciphertext</i>	*	*	C	M	*
Selisih yang diketahui			5		

Karena selisih yang diketahui hanya ada 1, maka itulah yang menjadi jawabannya. Selanjutnya mencari yang *plaintext* yang bernilai "*" dan *ciphertext* tidak kosong, seperti indeks ketiga. Maka indeks ketiga jawabannya adalah "H". Karena "M" – 5 adalah "H".

Contoh 2. Diketahui bahwa M bernilai 4 yang menunjukkan batas atas dari panjang kunci. Diketahui *plaintext* adalah *B***A dan *ciphertext* adalah AAAAAA. Dalam Contoh ini

panjang kuncinya bisa dari 1 sampai dengan 4.

Tabel 2.4 Contoh 2

<i>index</i>	0	1	2	3	4	5
<i>plain text</i>	*	B	*	*	*	A
<i>ciphertext</i>	A	A	A	A	A	A
Selisih yang diketahui		25				0
Panjang Kunci 1	tidak bisa karena ada yang <i>collision</i>					
Panjang Kunci 2	tidak bisa karena ada yang <i>collision</i>					
Panjang Kunci 3	*	B	A	*	B	A
Panjang Kunci 4	tidak bisa karena ada yang <i>collision</i>					

Cara yang harus dilalui adalah sebagai berikut. Pertama mencari panjang kunci yang bernilai diantara 1 - 4.

Pada Tabel 2.5 akan diperlihatkan proses pencarian ketika panjang kunci adalah 1.

Tabel 2.5 Panjang Kunci 1 Contoh 2

<i>index</i>	0	1	2	3	4	5
<i>plain text</i>	*	B	*	*	*	A
<i>ciphertext</i>	A	A	A	A	A	A
Selisih yang diketahui		25				0
Panjang Kunci 1	tidak bisa karena ada yang <i>collision</i>					

Apabila 1 warna direpresentasikan menjadi 1 blok kunci, maka terdapat 5 blok kunci yang terbentuk. Pada bagian Tabel 2.5 bahwa hanya ada 2 indeks di mana *plaintext* dan *ciphertext* yang diketahui. Kedua-duanya terletak pada blok kunci yang berbeda. Akan tetapi karena panjang bloknnya 1 maka tidak mungkin panjang kunci 1 dilakukan karena kedua-duanya saling bertabrakan dan membawa nilai yang berbeda. Yang menjadi permasalahan pada panjang kunci 1 adalah ketika blok yang

diketahui bertabrakan dan masing masing membawa nilai yang berbeda juga. Sehingga dapat disimpulkan bahwa panjang kunci 1 pada contoh kasus 2 tidak mungkin terjadi.

Proses pencarian ketika panjang kunci adalah 2.

Tabel 2.6 Panjang Kunci 2 Contoh 2

<i>index</i>	0	1	2	3	4	5
<i>plain text</i>	*	B	*	*	*	A
<i>ciphertext</i>	A	A	A	A	A	A
Selisih yang diketahui		25				0
Panjang Kunci 2	tidak bisa karena ada yang <i>collision</i>					

Apabila 1 warna direpresentasikan menjadi 1 blok kunci, maka terdapat 3 blok kunci yang terbentuk. Pada Tabel 2.6 terlihat bahwa terdapat 2 indeks di mana *plaintext* dan *ciphertext* yang diketahui. Indeks yang pertama terletak pada blok pertama bagian akhir, begitu juga indeks yang kedua terletak pada blok 3 bagian akhir. Karena kedua-duanya terletak pada bagian akhir dari masing-masing blok maka dapat disimpulkan panjang kunci 2 juga tidak dapat digunakan.

Proses Pencarian ketika panjang kunci adalah 3.

Tabel 2.7 Panjang Kunci 3 Contoh 2

<i>index</i>	0	1	2	3	4	5
<i>plain text</i>	*	B	*	*	*	A
<i>ciphertext</i>	A	A	A	A	A	A
Selisih yang diketahui		25				0
Panjang Kunci 3	*	B	A	*	B	A

Apabila 1 warna direpresentasikan menjadi 1 blok kunci, maka terdapat 2 blok kunci yang terbentuk. Pada Tabel 2.7 terlihat bahwa terdapat 2 indeks di mana *plaintext* dan *ciphertext*

yang diketahui. Indeks yang pertama terletak dibagian tengah pada blok 1 dan indeks yang kedua terletak pada bagian akhir pada blok 2. Maka, *plaintext* yang terbentuk adalah pada bagian akhir dari blok kunci 1 dan bagian tengah dari blok kunci 2. Karena kedua-duanya saling melengkapi antara satu bagian dengan bagian lainnya. Sehingga hasil yang terbentuk pada bagian akhir dari blok kunci 1 adalah "A" – 0 adalah "A" dan bagian tengah dari blok kunci 2 adalah "A" – 25 adalah "B". Proses pencarian ketika panjang kunci adalah 4

Tabel 2.8 Panjang Kunci 4 Contoh 2

<i>index</i>	0	1	2	3	4	5
<i>plain text</i>	*	B	*	*	*	A
<i>ciphertext</i>	A	A	A	A	A	A
Selisih yang diketahui		25				0
Panjang Kunci 4	tidak bisa karena ada yang <i>collision</i>					

Apabila 1 warna direpresentasikan menjadi 1 blok kunci, maka terdapat 2 blok kunci yang terbentuk. Pada Tabel 2.8 terlihat bahwa terdapat 2 indeks di mana *plaintext* dan *ciphertext* yang diketahui. Indeks yang pertama terletak dibagian kedua dari depan pada blok 1 dan indeks yang kedua terletak pada bagian kedua dari depan pada blok 2. Maka dalam ini tidak bisa digunakan panjang kunci 4, karena terdapat bagian dari kedua blok pada panjang kunci 4 yang bertabrakan dan membawa nilai yang berbeda. Sehingga hasil yang terbentuk dapat dilihat pada Tabel 2.9

Tabel 2.9 Hasil Contoh 2

<i>index</i>	0	1	2	3	4	5
<i>plain text</i>	*	B	*	*	*	A
<i>ciphertext</i>	A	A	A	A	A	A
Selisih yang diketahui		25				0
Hasil	*	B	A	*	B	A

Contoh 3. Diketahui bahwa M bernilai 4 yang menunjukkan batas atas dari panjang kunci. Diketahui *plaintext* adalah *AA***** dan *ciphertext* adalah AAAAAAAAAA. Indeks akan dihitung mulai dari 0.

Tabel 2.10 Contoh 3

<i>index</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>plain text</i>	*	A	A	*	*	*	*	*	*	*
<i>ciphertext</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Selisih yang diketahui		0	0							

Cara yang harus dilalui adalah sebagai berikut. Pertama mencari panjang kunci yang bernilai diantara 1 - 4. Pada Tabel 2.11 akan diperlihatkan proses pencarian ketika panjang kunci adalah 1.

Tabel 2.11 Panjang Kunci 1 Contoh 3

<i>index</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>plain text</i>	*	A	A	*	*	*	*	*	*	*
<i>ciphertext</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Selisih yang diketahui		0	0							
Panjang kunci 1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Apabila 1 warna merepresentasikan sebagai 1 blok kunci

maka, dapat terbentuk sebanyak 10 blok kunci. Dapat dilihat pada Tabel 2.11. Indeks yang diketahui baik *plaintext* dan *ciphertext* adalah indeks 1 dan indeks 2, yang mana keduanya terletak pada blok yang berbeda. Akan tetapi, karena mereka membawa 1 nilai yang sama maka semua plaintext yang kosong pasti bernilai "A".

Pada Tabel 2.12 akan diperlihatkan proses pencarian ketika panjang kunci adalah 2.

Tabel 2.12 Panjang Kunci 2 Contoh 3

<i>index</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>plain text</i>	*	A	A	*	*	*	*	*	*	*
<i>ciphertext</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Selisih yang diketahui		0	0							
Panjang kunci 2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Apabila 1 warna merepresentasikan sebagai 1 blok kunci maka, dapat terbentuk sebanyak 5 blok kunci. Dapat dilihat pada Tabel 2.12. Indeks yang diketahui baik *plaintext* dan *ciphertext* adalah indeks 1 dan indeks 2, yang mana keduanya terletak pada blok yang berbeda dan posisi yang berbeda pula. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.12. Indeks yang diketahui pertama terletak pada bagian akhir dari blok 1 dan indeks yang diketahui kedua terletak pada bagian awal dari blok 2. Maka dapat disimpulkan bahwa seluruh plaintext yang nilai "*" dan ciphertext yang nilainya tidak "*", nilai dari plaintext yang terbentuk seluruhnya "A", seperti yang terlihat pada Tabel 2.12.

Pada Tabel 2.13 akan diperlihatkan proses pencarian ketika panjang kunci adalah 3.

Tabel 2.13 Panjang Kunci 3 Contoh 3

<i>index</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>plain text</i>	*	A	A	*	*	*	*	*	*	*
<i>ciphertext</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Selisih yang diketahui		0	0							
Panjang kunci 3	*	A	A	*	A	A	*	A	A	*

Apabila 1 warna merepresentasikan sebagai 1 blok kunci maka, dapat terbentuk sebanyak 4 blok kunci. Dapat dilihat pada Tabel 2.13. Indeks yang diketahui baik *plaintext* dan *ciphertext* adalah indeks 1 dan indeks 2, di mana smuanya terletak pada satu blok yang sama, yaitu blok kunci 1 . Jadi, sisanya mengikuti perulangan dari blok kunci 1.

Pada Tabel 2.14 akan diperlihatkan proses pencarian ketika panjang kunci adalah 4.

Tabel 2.14 Panjang Kunci 4 Contoh 3

<i>index</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>plain text</i>	*	A	A	*	*	*	*	*	*	*
<i>ciphertext</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Selisih yang diketahui		0	0							
Panjang kunci 4	*	A	A	*	*	A	A	*	*	A

Apabila 1 warna merepresentasikan sebagai 1 blok kunci maka, dapat terbentuk sebanyak 4 blok kunci. Dapat dilihat pada Tabel 2.14. Indeks yang diketahui baik *plaintext* dan *ciphertext* adalah indeks 1 dan indeks 2, di mana smuanya terletak pada satu blok yang sama, yaitu blok kunci 1 . Jadi, sisanya mengikuti perulangan dari blok kunci 1.

Tabel 2.15 Hasil dari Contoh 3

<i>index</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>plain text</i> awal	*	A	A	*	*	*	*	*	*	*
Panjang kunci 1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Panjang kunci 2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Panjang kunci 3	*	A	A	*	A	A	*	A	A	*
Panjang kunci 4	*	A	A	*	*	A	A	*	*	A
Hasil Akhir	*	A	A	*	*	A	*	*	*	*

Pada Contoh ini kalau dilihat pada indeks selisih yang telah diketahui, terjadi bahwa panjang kunci 1 sampai dengan 4 dapat tercipta sedangkan pada contoh sebelumnya tidak bisa. Hal ini juga di pengaruhi oleh karena isinya itu sama. Walaupun terjadi *collision* pada indeks yang selisih yang diketahui, tetapi kalau hasilnya sama maka hal itu jawaban untuk setiap panjang kunci bisa terbentuk. Keempat panjang kunci tersebut benar terhadap pesan tersebut. Hasil keluaran yang diinginkan hanya 1 saja tetapi keempat-empatnya benar, oleh karena itu perlu dilakukan *intersection* atau perpotongan dari himpunan keempat kunci tersebut. Perpotongan itu menghasilkan ,A,A,A,,,,,. Terdapat bagian bagian yang kosong yang dapat diisi dengan *. Sehingga hasil akhirnya dapat dilihat pada Tabel 2.15 pada bagian hasil akhir.

2.4 Penyelesaian Masalah The Bytelandian Cryptographer (Act IV)

Permasalahan *The Bytelandian Cryptographer (Act IV)* dapat diselesaikan dengan menggunakan *Kasiski Examination* dan *Intersection*. Untuk menyelesaikan masalah ini perlu ditafsirkan bahwa karakter A sampai dengan Z menjadi 0 sampai dengan 25, karena untuk memudahkan perhitungan mencari selisih dan

merekonstruksi *plaintext* dari *ciphertext* dan karakter kunci. Berikut ini tahapan-tahapan untuk menyelesaikan masalah ini:

1. Menyimpan posisi indeks karakter, di mana pada indeks tersebut baik *ciphertext* maupun *plaintext* tidak bernilai '*', beserta menyimpan hasil perhitungan selisih antara *ciphertext* dan *plaintext* [4].
2. Menyimpan posisi indeks, apabila *ciphertext* diketahui dan *plaintext* tidak diketahui. Untuk mengurangi *running time* dari program[4].
3. Pada Tahapan ini adalah modifikasi dari *Kasiski Examination*, apabila menggunakan *Kasiski Examination* pada umumnya yang hanya mencari posisi berulang dari suatu sub kalimat dalam suatu kalimat tidak bisa digunakan untuk menyelesaikan permasalahan ini. Oleh karena itu dirubah 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. Yang mendasari ini adalah dari Tabel 2.4 pada bagian 2.2. Pada bagian ini dilakukan untuk mencari panjang kunci yang benar dengan cara mengiterasi hasil yang diperoleh pada tahap 1 dimodulo dengan posisi iterasi yang dilakukan, apabila tidak terjadi konflik maka panjang kunci tersebut benar jika sebaliknya yang terjadi

maka panjang kunci tersebut tidak salah. Contohnya dapat dilihat pada contoh 2 pada bagian 2.2. Pada bagian ini memungkinkan bahwa bisa jadi lebih dari 1 panjang kunci yang bernilai benar. Contohnya seperti yang terjadi pada Tabel 2.10 pada bagian 2.2.

4. Melakukan *intersection* terhadap himpunan dari kunci yang telah di hasilkan[4]. *intersection* yang dilakukan berada didalam perulangan panjang kunci pada waktu generate setiap karakter yang terdapat dalam penyimpanan tahap 2 pada panjang kunci tersebut dengan ketentuan:
 - (a) Panjang kunci yang terbentuk harus benar.
 - (b) Apabila terdapat indeks yang tidak dapat dipastikan isinya maka posisinya harus di buang dari penyimpanan dan hasil yang diperoleh pasti '*'.
 - (c) Apabila *plaintext* pada indeks tersebut nilainya masih '*' dan pada penyimpanan masih menyimpan indeks tersebut maka, hasilnya adalah *ciphertext* pada indeks tersebut dikurangi dengan hasil yang diperoleh dari tahap 1 bagian perhitungan selisih pada indeks yang sama kemudian dimodulo 26.

Sehingga untuk setiap *textcase* kompleksitasnya

$$\mathcal{O}(T * \frac{M}{2} * (N + S))$$

Di mana $\frac{M}{2}$ adalah batas atas kunci dibagi dengan 2, N adalah jumlah posisi karakter yang terdapat pada tahap 2, dan S adalah jumlah posisi karakter yang terdapat pada tahap 1. Pada kondisi *worst case* $T * (N + S) = 1.000.000$, sedangkan $\frac{M}{2}$ adalah 50.000. Hasilnya 50 miliar perulangan, dengan asumsi 1 detik adalah 1 miliar perulangan maka waktu yang dibutuhkan adalah 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.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III

DESAIN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai desain algoritma yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada Tugas Akhir ini.

3.1 Desain Umum Sistem

Sistem pertama kali akan menjalankan fungsi MAIN terlebih dahulu. Desain dari fungsi MAIN dapat dilihat pada Gambar 3.1.

Tabel 3.1 Masukan, Proses, dan Keluaran fungsi MAIN

Masukan	Proses	Keluaran
Diperoleh dari format masukan pada studi kasus	Menerima masukan dari studi kasus dan menjalankan fungsi SOLVE	Tidak ada

```
1: function MAIN
2:    $T \leftarrow INPUT$ 
3:   while  $T \neq 0$  do
4:      $T = T - 1$ 
5:      $m \leftarrow input$  ▷ masukkan batas atas dari kunci
6:      $message[] \leftarrow input$  ▷ masukkan plaintext
7:      $cipher[] \leftarrow input$  ▷ masukkan ciphertext
8:     SOLVE( $message, cipher, m$ )
9:   end while
10: end function
```

Gambar 3.1 Gambar Fungsi Main

Tabel 3.2 Penjelasan variabel yang digunakan dalam fungsi MAIN

Nama Variabel	Penjelasan
T	Digunakan untuk menerima dan menyimpan masukan kasus uji coba.
m	Digunakan untuk menerima dan menyimpan masukan batas atas panjang kunci dari setiap kasus uji coba.
message	Digunakan untuk menerima dan menyimpan masukan <i>plaintext</i> dari setiap kasus uji coba.
cipher	Digunakan untuk menerima dan menyimpan masukan <i>ciphertext</i> dari setiap kasus uji coba.

3.2 Desain Algoritma

Pada bagian ini akan dibahas secara rinci mengenai fungsi-fungsi yang digunakan dalam sistem.

3.2.1 Desain fungsi SOLVE

Fungsi ini digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang diangkat pada tugas akhir ini yang didalamnya terdapat tahapan yang telah disebutkan di subbab 2.2 dan subbab 2.4, kecuali untuk mengecek kebenaran dari suatu panjang kunci. Gambar mengenai fungsi SOLVE dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan 3.3.

Tabel 3.3 Masukan, Proses, dan Keluaran fungsi SOLVE

Masukan	Proses	Keluaran
<i>Plaintext</i> , <i>ciphertext</i> , dan batas atas panjang kunci yang diperoleh dari fungsi MAIN	Mencari semua posisi, jumlah dimana <i>plaintext</i> dan <i>ciphertext</i> tidak bernilai '*'. Mencari semua posisi dimana <i>ciphertext</i> tidak bernilai '*' dan <i>plaintext</i> bernilai '*'. Mengiterasi panjang kunci dari $\frac{m}{2} + 1$ sampai dengan m . Melakukan <i>intersection</i> .	<i>Plaintext</i> yang telah direkonstruksi ulang

Mengenai modulo 26 yang terdapat pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3 digunakan untuk memastikan bahwa sesilih dari *plaintext* dan *ciphertext* adalah pasti < 26 . Ditambah 26 pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3 dimaksudkan agar silisih antara *plaintext* dan *ciphertext* selalu bernilai positif.

```

1: function SOLVE(message, cipher, m)
2:   counter_diketahui  $\leftarrow$  0
3:   counter_yang_ingin_diketahui  $\leftarrow$  0
4:   diketahui[]
5:   Selisih_diketahui[]
6:   ingin_diketahui[]
7:   Key[]
8:   for  $i = 0$  to message[ $i$ ]  $\neq$  0 ;  $i++ = 1$  do
9:     if message[ $i$ ]  $\neq$  ' * ' dan cipher[ $i$ ]  $\neq$  ' * ' then
10:      diketahui[counter_diketahui] =  $i$ 
11:      Selisih_diketahui[ $i$ ] = (message[ $i$ ] - cipher[ $i$ ] + 26) % 26
12:      counter_diketahui = counter_diketahui + 1
13:    else if message[ $i$ ] = ' * ' dan cipher[ $i$ ]  $\neq$  ' * ' then
14:      ingin_diketahui[counter_yang_ingin_diketahui] =  $i$ 
15:      counter_yang_ingin_diketahui + 1
16:    end if
17:  end for

```

Gambar 3.2 Gambar Fungsi SOLVE (1)

```

18:   $m = \min(n, \text{panjang message})$ 
19:  for  $n = \frac{m}{2} + 1$  to  $n \leq m; n++ = 1$  do
20:    if  $VALIDITY(K_{ej}, \text{counter\_diketahui}, \text{diketahui}, \text{Selisih\_diketahui}, n) = \text{True}$ 
then
21:     $\text{counter} \leftarrow 0$ 
22:    while  $\text{counter} \neq \text{sizeof}(\text{ingin\_diketahui})$  do
23:      if  $K_{ej}[\text{ingin\_diketahui}[\text{counter}]\%n] = \text{null}$  then
24:         $\text{message}[\text{ingin\_diketahui}[\text{counter}]] = '*'$ 
25:         $\text{remove element index } i \text{ in } \text{ingin\_diketahui}$ 
26:        else if  $\text{message}[\text{ingin\_diketahui}[\text{counter}]] = '*'$  then
27:           $\text{message}[\text{ingin\_diketahui}[\text{counter}]] = (\text{cipherText}[\text{ingin\_diketahui}[\text{counter}]] -$ 
28:             $K_{ej}[\text{ingin\_diketahui}[\text{counter}]] + 26) \% 26$ 
29:           $\text{counter} = \text{counter} + 1$ 
30:        else if  $\text{message}[\text{ingin\_diketahui}[\text{counter}]]$ 
31:           $(\text{cipherText}[\text{ingin\_diketahui}[\text{counter}]] - K_{ej}[\text{ingin\_diketahui}[\text{counter}]] + 26) \% 26 \neq$ 
32:             $\text{message}[\text{ingin\_diketahui}[\text{counter}]] = '*'$ 
33:             $\text{remove element index } i \text{ in } \text{ingin\_diketahui}$ 
34:          else
35:             $\text{counter} = \text{counter} + 1$ 
36:          end if
37:        end while
38:      end for
39:     $\text{puts}(\text{message})$ 
end function

```

Gambar 3.3 Gambar Fungsi SOLVE (2)

Tabel 3.4 Penjelasan variabel yang digunakan dalam fungsi SOLVE

Nama Variabel	Penjelasan
m	Digunakan untuk menerima dan menyimpan masukan batas atas panjang kunci dari fungsi MAIN.
message	Digunakan untuk menerima dan menyimpan masukan <i>plaintext</i> dari fungsi MAIN.
cipher	Digunakan untuk menerima dan menyimpan masukan <i>ciphertext</i> dari fungsi MAIN.
counter_diketahui	Digunakan untuk menghitung jumlah <i>plaintext</i> dan <i>ciphertext</i> yang tidak '*'.
counter_yang_ingin_diketahui	Digunakan untuk menghitung jumlah <i>ciphertext</i> tidak bernilai '*' dan <i>plaintext</i> bernilai '*'.
diketahui	Merupakan suatu <i>array</i> yang digunakan untuk menyimpan indeks dimana <i>plaintext</i> dan <i>ciphertext</i> yang tidak '*'.
Selisih_diketahui	Merupakan suatu <i>array</i> yang digunakan untuk menyimpan selisih antara <i>plaintext</i> dan <i>ciphertext</i> dimana <i>plaintext</i> dan <i>ciphertext</i> yang tidak '*'.
ingin_diketahui	Merupakan suatu <i>array</i> yang digunakan untuk menyimpan indeks dimana <i>ciphertext</i> tidak bernilai '*' dan <i>plaintext</i> bernilai '*'.

Key	Merupakan suatu <i>array</i> yang digunakan untuk menyimpan hasil yang diperoleh dari fungsi VALIDITY
-----	-------------------------------------------------------------------------------------------------------

3.2.2 Desain Fungsi VALIDITY

Fungsi ini digunakan untuk memvalidasi suatu panjang kunci yang sekarang di cek kebenarannya. Gambar mengenai fungsi VALIDITY dapat dilihat pada gambar 3.4. Penjelasan mengenai fungsi ini terdapat pada subbab 2.4.

Tabel 3.5 Masukan, Proses, dan Keluaran fungsi MAIN

Masukan	Proses	Keluaran
Key, counter_diketahui, diketahui, Selisih_diketahui, n dari fungsi SOLVE	Mencari apakah suatu panjang kunci dapat digunakan atau tidak. Merupakan bagian dari modifikasi dari algoritma <i>Kasiski Examination</i> .	Berupa kunci yang telah dibentuk dan nilai benar atau salah

```

1: function VALIDITY(Key,counter_diketahui,diketahui,Selisih_diketahui,n)
2:   Initialize(Key, -1)
3:   for i = 0 to i < counter_diketahui; i+=1 do
4:     temp = diketahui[i]
5:     if Key[temp%n] = -1 then
6:       Key[temp%n] = Selisih_diketahui[temp]
7:     else if Key[temp%n] ≠ Selisih_diketahui[temp] then return False
8:     end if
9:   end for
10:  return True
11: end function

```

Gambar 3.4 Gambar Fungsi VALIDITY

Tabel 3.6 Penjelasan variabel yang digunakan dalam fungsi VALIDITY

Nama Variabel	Penjelasan
Key	Merupakan suatu <i>array</i> yang digunakan untuk menyimpan blok kunci yang telah dibentuk.
counter_diketahui	Digunakan untuk menerima dan menyimpan masukan counter_diketahui dari fungsi SOLVE.
diketahui	Merupakan suatu <i>array</i> yang digunakan untuk menerima dan menyimpan masukan variabel diketahui pada fungsi SOLVE.
Selisih_diketahui	Merupakan suatu <i>array</i> yang digunakan untuk menerima dan menyimpan Selisih_diketahui dari fungsi SOLVE.
n	Digunakan untuk menerima dan menyimpan posisi iterasi saat ini dari fungsi SOLVE.

BAB IV

IMPLEMENTASI

Pada bab ini menjelaskan implementasi yang sesuai dengan desain algoritma yang telah ditentukan sebelumnya.

4.1 Lingkungan Implementasi

Lingkungan uji coba yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Perangkat Keras
 - *Processor* Intel(R) Core(TM)i7-5700 @ 2.7GHz.
 - Memori 8 GB
2. Perangkat Lunak
 - Sistem Operasi Windows 10 Home 64 bit
 - *Text editor* Bloodshed Dev-C++ 5.11.
 - *Compiler* g++ (TDM-GCC 4.9.2 32-bit).

4.2 Rancangan Data

Pada subbab ini dijelaskan mengenai desain data masukan yang diperlukan untuk melakukan proses algoritma, dan data keluaran yang dihasilkan oleh program.

4.2.1 Data Masukan

Data masukan adalah data yang akan diproses oleh program sebagai masukan menggunakan algoritma yang telah dirancang dalam tugas akhir ini.

Data masukan berupa berkas teks yang berisi data dengan format yang telah ditentukan pada deskripsi *The Bytelandian Cryptographer (Act IV)*. Pada masing-masing berkas data masukan, baris pertama berupa sebuah bilangan bulat yang merepresentasikan jumlah kasus uji yang ada pada berkas tersebut. Untuk setiap kasus uji, baris pertama berupa sebuah bilangan bulat yang merepresentasikan batas atas dari kunci.

baris kedua berupa *string* yang merepresentasikan *plaintext* dan baris ketiga berupa *string* yang merepresentasikan *ciphertext* .

4.2.2 Data Keluaran

Data keluaran yang dihasilkan oleh program hanya berupa satu kalimat yang berisikan *plaintext* yang bisa didapatkan dari *ciphertext* dan batas atas panjang kunci yang telah di berikan.

4.3 Implementasi Algoritma dan Struktur Data

Pada subbab ini akan dijelaskan tentang implementasi proses algoritma secara keseluruhan berdasarkan desain yang telah dijelaskan pada bab III. Pada bagian ini menggunakan kode untuk mengoptimasi kompiler yang bertujuan untuk mempersingkat waktu eksekusi, seperti "inline" dan "noexcept". Inline berguna untuk membuat baris kode dalam kompiler menjadi berurutan, karena bisa saja baris kode yang terjadi pada kompiler tidak berurutan. Noexcept adalah membuang *exception* apabila terjadinya *exception*.

4.3.1 Struktur Data yang Digunakan

Pada Implementasi algoritma dibutuhkan struktur data *unordered_map* karena pengindeksan yang ada menggunakan *hashing function* dapat mempercepat pencarian suatu elemen yang dibutuhkan dan penggunaan *dynamic allocation memory* yang dapat menekan jumlah memori yang dibutuhkan.

4.3.2 Header yang Diperlukan

Implementasi algoritma dengan teknik *Kasiski Examination* untuk menyelesaikan *The Bytelandian Cryptographer (Act IV)* untuk membutuhkan 4 *header* yaitu *cstdint*, *cstring*, *algorithm*, dan *unordered_map*. Seperti yang terdapat pada kode sumber

```
1 #include <stdio>
2 #include <cstring>
3 #include <unordered_map>
4 #include <algorithm>
```

Kode Sumber 4.1 *Header yang diperlukan*

Header `cstdio` berisi modul untuk menerima masukan dan memberikan keluaran. *Header* `algorithm` berisi modul yang memiliki fungsi-fungsi yang sangat berguna dalam membantu mengimplementasi algoritma yang telah dibangun. Contohnya adalah fungsi *max* dan *min*. *Header* `cstring` berisi modul yang memiliki fungsi-fungsi untuk melakukan pemrosesan *string*. Contoh fungsi yang membantu mengimplementasikan algoritma yang dibangun adalah fungsi *memset*. *Header* `unordered_map` berisi modul-modul untuk membuat suatu tempat penyimpanan data yang dapat diisi, dihapus untuk setiap elementnya, tetapi hanya dapat menyimpan data dalam bentuk seperti array 1 dimensi, akan tetapi media penyimpanannya seperti memetakan suatu elemen himpunan kedalam elemen lainnya.

4.3.3 *Preprocessor Directives*

Preprocessor directives digunakan untuk memudahkan dalam menyingkat kode-kode yang akan dibuat dan biasanya berupa fungsi ataupun suatu konstanta yang akan digunakan dalam proses perhitungan, yang nantinya akan diterjemahkan terlebih dahulu sebelum mengeksekusi kode. Kode Sumber implementasi constanta variabel dapat dilihat pada Kode Sumber 4.2.

```
1 #define mp make_pair
2 #define ins insert
3 #define MAX (int)(1e6)+1
4 #define MAXK (int)(1e5)+1
```

Kode Sumber 4.2 Preprocessor Directives

4.3.4 Variabel Global

Variabel global digunakan untuk memudahkan dalam mengakses data yang digunakan lintas fungsi. Kode sumber implementasi variabel global dapat dilihat pada Kode Sumber 4.3.

```
1 char plaintext[MAX], ciphertext[MAX];
2 int key[MAXK], both[MAX], known[MAX], knownall;
3 unordered_map<int, int> tf;
```

Kode Sumber 4.3 Variabel Global

Tabel 4.1 Penjelasan Variabel yang digunakan dalam variabel global

No	Nama Variabel	Tipe Data	Penjelasan
1	plaintext	<i>array of character</i>	Digunakan untuk menerima dan menyimpan masukan <i>plaintext</i> .
2	ciphertext	<i>array of character</i>	Digunakan untuk menyimpan dan menerima masukan <i>ciphertext</i> .
3	key	<i>array of integer</i>	Digunakan untuk menyimpan kunci yang telah <i>generate</i> .
4	both	<i>array of integer</i>	Digunakan untuk menyimpan selisih antara <i>plaintext</i> dan <i>ciphertext</i> dimana <i>plaintext</i> dan <i>ciphertext</i> yang tidak '*'.
5	known	<i>array of integer</i>	Digunakan untuk menyimpan indeks dimana <i>plaintext</i> dan <i>ciphertext</i> yang tidak '*'.
6	knownall	int	Digunakan untuk menghitung jumlah <i>plaintext</i> dan <i>ciphertext</i> yang tidak '*'.
7	tf	<i>unordered_map of integer to integer</i>	Digunakan untuk menyimpan indeks dimana <i>ciphertext</i> tidak bernilai '*' dan <i>plaintext</i> bernilai '*'.

4.3.5 Implementasi Fungsi Main

Fungsi Main adalah implementasi algoritma yang dirancang pada Gambar 3.1. Implementasi fungsi Main dapat dilihat pada Kode Sumber 4.4.

```
1  int main() noexcept{
2      int tc;
3      scanf("%d", &tc);
4      while(tc--){
5          int m;
6          scanf("%d", &m);
7          scanf("%s %s", plaintext, ciphertext);
8          tf.clear();
9          knownall=0;
10         SOLVE(m);
11     }
```

Kode Sumber 4.4 Fungsi main

Tabel 4.2 Penjelasan Variabel yang digunakan dalam fungsi MAIN

No	Nama Variabel	Tipe Data	Penjelasan
1	tc	integer	Digunakan untuk menerima dan menyimpan masukan kasus uji coba.
2	m	integer	Digunakan untuk menerima dan menyimpan masukan batas atas panjang kunci dari setiap kasus uji coba.

4.3.6 Implementasi Fungsi SOLVE

Fungsi SOLVE adalah implementasi algoritma yang dirancang pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3. Implementasi fungsi SOLVE dapat dilihat pada Kode Sumber 4.5 dan 4.5.

```

1  inline void SOLVE(int m)noexcept
2  {
3      int ntofind = 0;
4      for(int i=0; plaintext[i]!=0; i++)
5          if(plaintext[i]!='*' && ciphertext[i]!='*'){
6              known[knownall++]=i;
7              both[i]=((ciphertext[i]-plaintext[i]
8                  +26)%26);
9          }
10     else if(plaintext[i]=='*' && ciphertext[i]!='*'){
11         tf.ins(mp(ntofind,i));
12         ntofind++;
13     }
14     unordered_map<int,int>::iterator it;
15     m = min(m, (int)strlen(plaintext));
16     for(int n=m/2+1;n<=m;n++)
17     {
18         if(VALIDITY(n))
19         {
20             it=tf.begin();
21             while(it!=tf.end())
22                 if(key[(it->second)%n]==-1){
23                     plaintext[it->second]='*';
24                     it=tf.erase(it);
25                 }
26             else if(plaintext[it->second]=='*'){
27                 plaintext[it->second]=
28                     (ciphertext[it->second]- 'A'
29                     -key[(it->second)%n]+26)%26 + 'A';
30                 it++;
31             }

```

Kode Sumber 4.5 Fungsi SOLVE

```
1         else if(plaintext[it->second] !=
2             (ciphertext[it->second]- 'A'
3             -key[(it->second)%n]+26)%26 + 'A') {
4             plaintext[it->second]= '*';
5             it=tf.erase(it);
6         }
7         else it++;
8     }
9 }
10 printf("%s\n", plaintext);
11 }
```

Kode Sumber 4.6 Fungsi SOLVE

Tabel 4.3 Penjelasan Variabel yang digunakan dalam fungsi SOLVE

No	Nama Variabel	Tipe Data	Penjelasan
1	ntofind	integer	Digunakan untuk menghitung jumlah <i>ciphertext</i> tidak bernilai '*' dan <i>plaintext</i> bernilai '*'.
2	it	<i>unordered_map of integer to integer</i>	Digunakan sebagai <i>iterator</i> dari variabel tf.

4.3.7 Implementasi Fungsi VALIDITY

Fungsi VALIDITY adalah implementasi algoritma yang dirancang pada Gambar 3.4. Implementasi fungsi VALIDITY dapat dilihat pada Kode Sumber 4.7.

```

1 inline bool VALIDITY(int n) noexcept
2 {
3     memset(key, -1, sizeof(int)*n);
4     for(int x=0; x<knownall; x++){
5         int temp=known[x];
6         if(key[temp%n]==-1) {
7             key[temp%n]=both[temp];
8         }
9         else if(key[temp%n]!=both[temp])
10             return false;
11     }
12     return true;
13 }

```

Kode Sumber 4.7 Fungsi VALIDITY

Tabel 4.4 Penjelasan Variabel yang digunakan dalam fungsi MAIN

No	Nama Variabel	Tipe Data	Penjelasan
1	temp	integer	Digunakan untuk menyimpan sementara nilai dari variabel known pada indeks saat dijalkannya perulangan tersebut.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

UJI COBA DAN EVALUASI

Pada bab ini dijelaskan tentang uji coba dan evaluasi dari implementasi yang telah dilakukan pada tugas akhir ini.

5.1 Lingkungan Uji Coba

Lingkungan uji coba yang digunakan adalah salah satu sistem yang digunakan situs penilaian daring SPOJ, yaitu kluster *Cube* dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Perangkat Keras:
 - *Processor* Intel(R) Pentium G860 CPU @ 3GHz.
 - *Memory* 1536 MB.
2. Perangkat Lunak:
 - *Compiler* CPP14.

5.2 Uji Coba Kebenaran

Uji coba kebenaran dilakukan dengan mengirimkan kode sumber program ke dalam situs penilaian daring SPOJ dan melakukan hasil uji coba kasus sederhana dengan langkah-langkah sesuai dengan algoritma yang telah dirancang dengan keluaran sistem. Permasalahan yang diselesaikan adalah *The Bytelandian Cryptographer (Act IV)*. Hasil uji coba dengan waktu terbaik pada situs SPOJ ditunjukkan pada Gambar A.1.

Selain itu, dilakukan pengujian sebanyak 30 kali pada situs penilaian daring SPOJ untuk melihat variasi waktu dan memori yang dibutuhkan program. Hasil uji coba sebanyak 30 kali dapat dilihat pada Gambar A.3, A.4.

Dari hasil uji coba pada Gambar A.3 dan A.4, dapat disederhanakan menjadi Gambar A.2. Dari informasi yang terdapat pada Gambar A.2 dapat ditarik beberapa informasi seperti yang tertera pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 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

Berdasarkan Tabel 5.1, dari percobaan yang dilakukan, didapatkan waktu eksekusi rata-rata 4.418 detik dan waktu maksimal 4,47 detik. Waktu eksekusi tersebut 3,8 kali lebih cepat dari batas waktu eksekusi yang tertera pada deskripsi permasalahan, yaitu 17 detik.

Uji Coba dengan menggunakan contoh kasus uji coba yang tersedia didalam SPOJ *The Bytelandian Cryptographer (Act IV)*. Sebagai contoh akan digunakan kasus ujicoba yang menggunakan baik mencari panjang kunci maupun *intersection* yang terjadi dalam permasalahan ini.

Sesuai dengan algoritma yang telah dirancang pada pseudocode yang terdapat pada Gambar 3.2 dan 3.3 maupun pada Gambar 3.4. Algoritma ini akan melakukan iterasi yang terdapat pada *plaintext* dan *ciphertext* yang diperoleh dari inputan dan akan menyimpan posisi karakter dengan ketentuan apabila pada indeks tersebut diketahui baik *plaintext* dan *ciphertext* beserta dengan selisih antara *ciphertext* dan *plaintext*. Selanjutnya juga menyimpan posisi karakter yang diperoleh dari *ciphertext* dengan ketentuan apabila *ciphertext* pada indeks tersebut diketahui karakternya dan *plaintext* diindeks tersebut tidak diketahui karakternya. Misalnya diamilkan contoh dari Tabel 2.10. Maka yang disimpan untuk bagian yang diketahui keduanya adalah indeks ke 1 dengan selisih 0 dan indeks ke 2 dengan selisih 0, sedangkan untuk yang disimpan pada diketahui

ciphertext saja maka jawabannya semua indeks kecuali indeks ke 1 dan 2. Selanjutnya, akan membandingkan antara panjang *plaintext* atau *ciphertext* dengan m untuk dicari yang lebih kecil yang mana. Selanjutnya, mulai mengiterasi panjang kunci yang akan muncul dari $\frac{m}{2} + 1$ sampai dengan m . Didalam iterasi tersebut akan dilakukan pengecekan apakah nilai m dengan fungsi $\text{VALIDITY}(m)$. Jika gagal program akan melanjutkan untuk mencari panjang kunci selanjutnya, sebaliknya jika hasil dari fungsi tersebut benar maka akan melanjutkan proses *generate* hasil yang telah diperoleh dari panjang kunci secara satu persatu dan dibandingkan dengan hasil yang sudah ada sebelumnya. Perbandingan tersebut akan mengikuti aturan apabila suatu indeks ternyata ada yang konflik ,baik yang nilainya berubah ataupun tidak memiliki suatu aturan kunci dari panjang kunci yang saat itu tersedia. Maka, hasil dari indeks tersebut adalah '*' dan menghapus element dari tempat penyimpanan yang menampung indeks *plaintext* yang '*' dan *ciphertext* yang tidak '*'. Apabila tidak ada konflik maka *plaintext* pada indeks tersebut tidak menjadi '*'. Seperti contohnya terdapat pada Tabel 2.4 dan Tabel 2.10

Sehingga hasil keluaran yang diperoleh dari algoritma ini adalah seluruh *plaintext* yang dapat dibentuk.

5.3 Analisa Kompleksitas Waktu

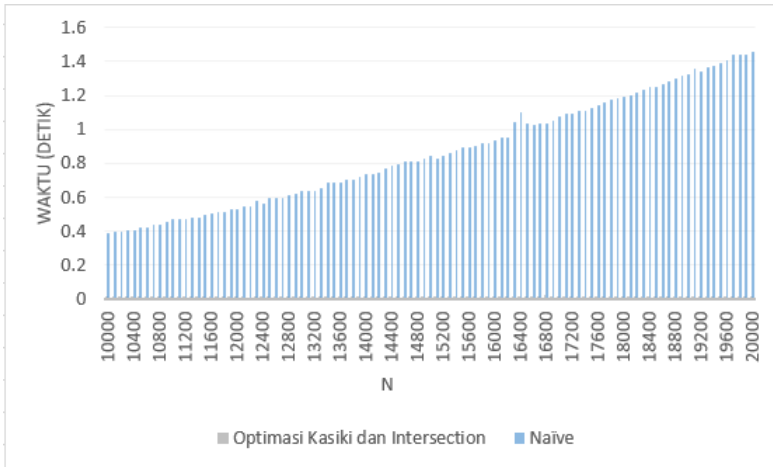
Pada *pseudocode* yang terdapat pada Gambar 3.1. Untuk setiap kasus ujicoba terdapat 2 fungsi utama. Dengan menggunakan *Kasiski Examination* dan *Intersection* yang terdapat pada fungsi SOLVE dan VALIDITY memiliki kompleksitas $\mathcal{O}((n + (\frac{M}{2} * (N + S))))$. n adalah panjang karakter *plaintext* atau *ciphertext* , $M/2$ adalah batas atas kunci dibagi dengan 2, N adalah jumlah posisi karakter yang terdapat bisa jadi memiliki suatu nilai yang bisa didapat dari *ciphertext* ,

dan S adalah jumlah posisi karakter yang diketahui. Untuk kompleksitas fungsi VALIDITY $\mathcal{O}(S)$. Sehingga kompleksitas dapat disederhanakan menjadi $\mathcal{O}(T * \frac{M}{2} * (N + S))$.

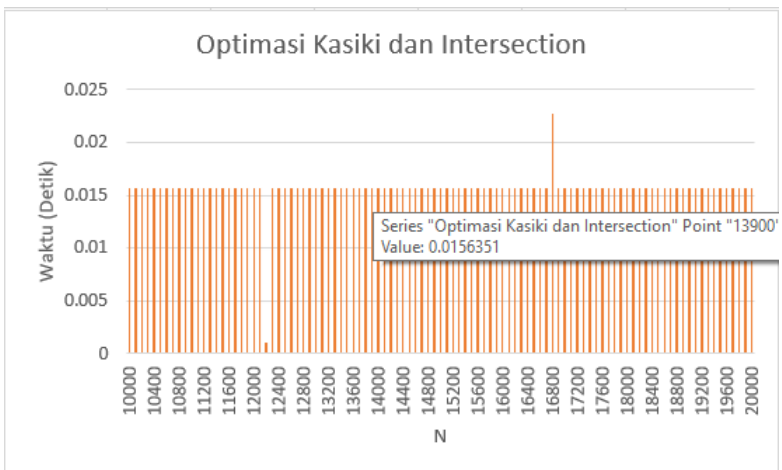
Sehingga secara keseluruhan kompleksitas dari algoritma yang dirancang pada tugas akhir ini adalah $\mathcal{O}(T * \frac{M}{2} * (N + S))$.

Pada umumnya, eksekusi program pada situs penilaian daring SPOJ adalah 1 detik untuk setiap 1.000.000.000 proses. Eksekusi program dengan kompleksitas $\mathcal{O}(T * \frac{M}{2} * (N + S))$. Pada *worst case* $T * (N + S) = 1.000.000$, sedangkan $\frac{M}{2}$ adalah 50,000. Hasilnya melebihi dari 50 miliar perulangan, maka waktu yang dibutuhkan adalah 50 detik. Jika hal ini terjadi maka waktu eksekusi akan berjalan dengan sangat lama. Estimasi waktu kurang lebih 100 detik, tetapi kenyataan yang terjadi tidak demikian, alasannya karena jumlah S bisa berkurang seiring dengan perulangan yang ada. Karena dari pernyataan soal bahwa file masukan tidak akan lebih besar daripada 2 MB[3].

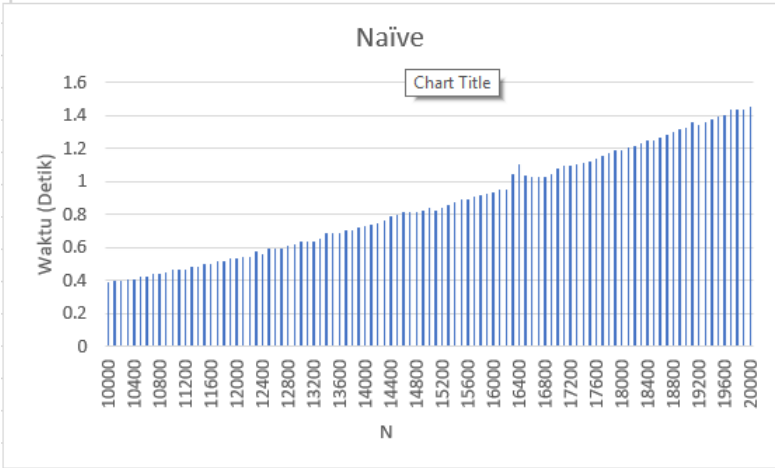
Sebagai perbandingan ujicoba kinerja antara menggunakan algoritma *Naive* dan algoritma optimasi *Kasiski Examination* dengan *Intersection*, dapat dilihat pada Gambar 5.1. Kinerja algoritma *Kasiski Examination* dengan *Intersection* dapat dilihat pada Gambar 5.3 dan kinerja algoritma *Naive* dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.1 Gambar Perbandingan Kinerja Algoritma Optimasi *Kasiki Examination* dengan *Intersection* dan *Intersection*



Gambar 5.2 Gambar Kinerja Algoritma Optimasi *Kasiki Examination* dengan *Intersection*



Gambar 5.3 Gambar Kinerja Algoritma *Naive*

BAB VI

PENUTUP

Bab ini membahas kesimpulan yang dapat diambil dari tujuan pembuatan sistem dan hubungannya dengan hasil uji coba yang telah dilakukan. Selain itu, terdapat beberapa saran yang bisa dijadikan acuan untuk melakukan pengembangan dan penelitian lebih lanjut.

6.1 Kesimpulan

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

1. Implementasi algoritma dengan menggunakan teknik *Kasiski Examination* dengan adanya optimasi saja tidak dapat menyelesaikan permasalahan SPOJ *The Bytelandian Cryptographer (Act IV)* dengan benar. Akan tetapi apabila ditambahkan metode *Intersection* didalam teknik *Kasiski Examination* ditambah dengan optimasi dapat menyelesaikan permasalahan SPOJ *The Bytelandian Cryptographer (Act IV)* dengan benar.
2. Kompleksitas waktu $\mathcal{O}(T * \frac{M}{2} * (N + S))$ masih dapat menyelesaikan permasalahan SPOJ *The Bytelandian Cryptographer (Act IV)* dalam rentang waktu yang telah ditetapkan.
3. Waktu yang dibutuhkan oleh program untuk menyelesaikan 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.

6.2 Saran

Pada Tugas Akhir kali ini tentunya terdapat kekurangan serta nilai-nilai yang dapat penulis ambil. Berikut adalah saran-saran yang dapat diambil melalui Tugas Akhir ini:

1. Dengan teknik *Kasiski Examination* dalam pencarian panjang kunci masih cenderung lambat, karena masih menggunakan teknik *brute force* sehingga *running time* yang diperoleh kurang optimal. Perlu adanya optimisasi lanjutan atau penggantian metode yang dapat mencari suatu panjang kunci lebih cepat. Dapat lihat pada Gambar A.5 dan A.6 masih ada yang *running time* yang lebih cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Stallings and L. Brown, *Computer Security Principles and Practice*, 3rd ed. Pearson, 2015.
- [2] S. William, *Cryptography and Network Security*, 5th ed. Pearson, 2011.
- [3] K. Piwakowski, "CRYPTO4 - The Bytelandian Cryptographer (Act IV)," 2004. [Online]. Available: <http://www.spoj.com/problems/CRYPTO4/>
- [4] john_jones, "SPOJ Discussion Board," 2009. [Online]. Available: <http://discuss.spoj.com/t/problemset-3/242/13>
- [5] K. Devlin, *The Joy of Sets: Fundamentals of Contemporary Set Theory*, 2nd ed. New York: Springer, 1993.
- [6] Center for History and New Media, "Zotero Quick Start Guide." [Online]. Available: http://zotero.org/support/quick_start_guide
- [7] C. Henk, *Encyclopedia of Cryptography and Security*. Springer, 2005.
- [8] "Kasiski Method." [Online]. Available: <http://pages.mtu.edu/~shene/NSF-4/Tutorial/VIG/Vig-Kasiski.html>

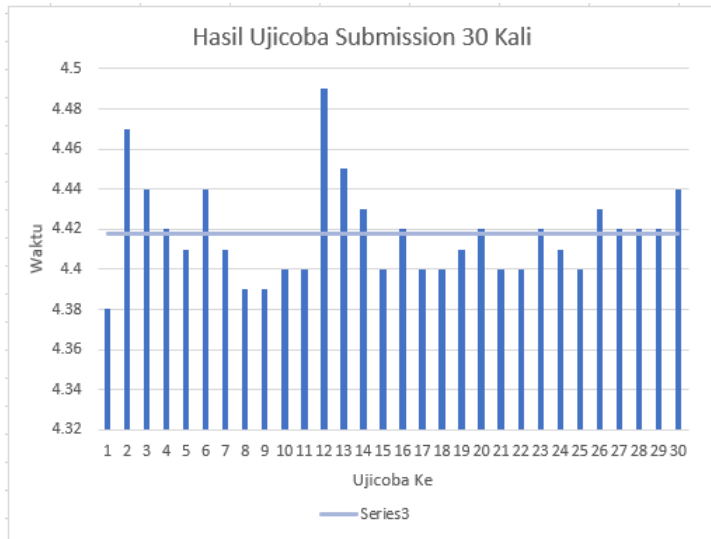
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB A

LAMPIRAN

20609690	2017-11-16 06:24:28	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit ideone.it	4.38	26M	CPP14
----------	------------------------	----------------------------------------------	-----------------------------------	------	-----	-------











Gambar A.1 Hasil Uji Coba pada Situs Penilaian SPOJ



Gambar A.2 Grafik Hasil Uji Coba pada Situs SPOJ Sebanyak 30 Kali

20609690	■	2017-11-09 06:24:26	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit delete 0	4,38	26M	CPP14
20609689	■	2017-11-09 06:24:20	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit delete 0	4,47	27M	CPP14
20609688	■	2017-11-09 06:24:10	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit delete 0	4,44	26M	CPP14
20609686	■	2017-11-09 06:24:02	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit delete 0	4,42	26M	CPP14
20609684	■	2017-11-09 06:23:52	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit delete 0	4,41	26M	CPP14
20609682	■	2017-11-09 06:23:43	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit delete 0	4,44	26M	CPP14
20609681	■	2017-11-09 06:23:36	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit delete 0	4,41	26M	CPP14
20609680	■	2017-11-09 06:23:20	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit delete 0	4,39	26M	CPP14
20609678	■	2017-11-09 06:23:20	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit delete 0	4,39	26M	CPP14
20609675	■	2017-11-09 06:23:10	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit delete 0	4,40	27M	CPP14
20609673	■	2017-11-09 06:23:05	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit delete 0	4,40	26M	CPP14
20609672	■	2017-11-09 06:23:52	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit delete 0	4,49	27M	CPP14
20609671	■	2017-11-09 06:23:43	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit delete 0	4,43	27M	CPP14
20609669	■	2017-11-09 06:23:26	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit delete 0	4,43	27M	CPP14
20609667	■	2017-11-09 06:23:16	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit delete 0	4,40	27M	CPP14
20609664	■	2017-11-09 06:23:07	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit delete 0	4,42	27M	CPP14
20609663	■	2017-11-09 06:23:56	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit delete 0	4,40	26M	CPP14
20609663	■	2017-11-09 06:23:44	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit delete 0	4,40	26M	CPP14
20609662	■	2017-11-09 06:23:36	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit delete 0	4,41	26M	CPP14
20609661	■	2017-11-09 06:23:20	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit delete 0	4,42	26M	CPP14

Gambar A.3 Hasil Pengujian Sebanyak 30 Kali pada Situs Penilaian Daring SPOJ (1)

20609659		2017-11-15 06:21:21	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit ideone.it	4.40	26M	CPP14
20609657		2017-11-16 06:21:12	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit ideone.it	4.40	27M	CPP14
20609656		2017-11-16 06:21:02	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit ideone.it	4.42	26M	CPP14
20609655		2017-11-16 06:20:50	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit ideone.it	4.41	26M	CPP14
20609654		2017-11-16 06:20:32	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit ideone.it	4.40	27M	CPP14
20609652		2017-11-16 06:20:11	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit ideone.it	4.43	26M	CPP14
20609651		2017-11-16 06:20:00	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit ideone.it	4.42	27M	CPP14
20609650		2017-11-16 06:19:35	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit ideone.it	4.42	26M	CPP14
20603932		2017-11-15 12:19:55	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit ideone.it	4.42	27M	CPP14
20603856		2017-11-15 12:06:01	The Bytelandian Cryptographer (Act IV)	accepted edit ideone.it	4.44	27M	CPP14

Gambar A.4 Hasil Pengujian Sebanyak 30 Kali pada Situs Penilaian Daring SPOJ (2)

RANK	DATE	USER	RESULT	TIME	MEM	LANG
1	2014-07-09 20:26:13	sidharth jain	accepted	0.21	18M	C++ 4.3.2
2	2011-02-04 10:11:14	Josef K.	accepted	0.32	9.0M	CPP
3	2010-02-25 22:16:52	Carlos Eduardo Rodrigues Alves [USJT]	accepted	0.33	31M	CPP
4	2011-06-04 01:25:06	NiHaobin	accepted	0.34	151M	CPP
5	2009-12-29 16:48:15	[Rampage] Blue.Mary	accepted	0.39	28M	C++ 4.3.2
6	2010-05-03 01:07:25	Carlos Eduardo Rodrigues Alves [USJT]	accepted	0.39	30M	C++ 4.3.2
7	2011-02-04 10:12:30	Josef K.	accepted	0.39	8.4M	C++ 4.3.2
8	2004-12-08 18:13:03	Jakub Łopuszański	accepted	0.42	14M	CPP
9	2009-03-07 01:11:57	Robert Gerbicz	accepted	0.42	33M	CPP
10	2010-04-23 11:23:55	Oleg	accepted	0.44	7.5M	C++ 4.3.2
11	2004-11-27 07:22:27	Tomek Czajka	accepted	0.53	4.3M	CPP
12	2007-05-31 03:54:03	Huacheng Yu	accepted	0.60	17M	C
13	2010-07-02 12:47:04	刘启鹏	accepted	0.61	17M	C
14	2010-12-18 14:59:02	sevenkplus	accepted	0.70	21M	C++ 4.3.2
15	2010-12-18 14:55:16	sevenkplus	accepted	0.77	21M	CPP
16	2011-03-05 23:42:24	Alexander Pivovarov	accepted	0.77	118M	CPP
17	2013-08-02 09:56:37	Tomasz Stanislawski	accepted	0.77	14M	C99
18	2011-06-06 13:20:16	blashyrkh	accepted	0.80	23M	C
19	2007-05-31 01:58:27	FG	accepted	0.95	2.7M	PAS- FPC
20	2008-03-19 03:57:13	zhengxi	accepted	0.98	52M	CPP

Gambar A.5 Daftar Peringkat Berdasarkan Kecepatan Eksekusi Program yang Diperoleh dari Dari SPOJ(1)

RANK	DATE	USER	RESULT	TIME	MEM	LANG
21	2009-06-22 16:57:33	QIZIChao	accepted	0.98	13M	CPP
22	2007-09-08 22:37:16	Sandeep Kumar	accepted	1.24	17M	CPP
23	2006-08-31 22:54:06	Tijs van Bakel	accepted	1.32	59M	CPP
24	2007-02-04 18:33:29	James Cook	accepted	1.52	10M	C
25	2010-09-14 13:48:55	Laxminarayana	accepted	1.57	12M	C++ 4.3.2
26	2013-02-05 03:27:04	roginn	accepted	1.60	3.9M	C++ 4.3.2
27	2009-11-01 21:00:00	anonymous	accepted	1.64	3.1M	C++ 4.3.2
28	2011-08-06 21:38:41	Peutri	accepted	1.91	2.8M	C++ 4.3.2
29	2004-11-18 17:26:14	Pascal Zimmer	accepted	1.94	7.2M	C
30	2005-02-03 10:06:50	Tim Green @ Ark	accepted	1.94	13M	CPP
31	2015-09-03 20:00:03	vijaygbvv	accepted	2.36	5.6M	C++ 4.3.2
32	2011-08-23 16:06:32	Darren Izzard	accepted	2.48	3.1M	C++ 4.3.2
33	2017-11-15 11:46:27	freddy	accepted	4.38	27M	CPP14

Gambar A.6 Daftar Hasil Peringkat Berdasarkan Kecepatan Eksekusi Program yang Diperoleh dari Dari SPOJ(2)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB B

HASIL PERCOBAAN DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA NAIVE DAN KASISKI EXAMINATION

Tabel B.1 Hasil Percobaan Penyelesaian Studi Kasus SPOJ The Bytelandian Cryptographer(Act IV) dengan menggunakan algoritma optimasi *Kasiski Examination* dan *Intersection* (1)

N	Waktu(Detik)
10000	0.0156259
10100	0.0156259
10200	0.0156244
10300	0.0156244
10400	0.0156244
10500	0.0156255
10600	0.0156255
10700	0.0156255
10800	0.0156255
10900	0.0156255
11000	0.0156248
11100	0.0156351
11200	0.0156351
11300	0.0156351
11400	0.0156251
11500	0.0156251
11600	0.0156259
11700	0.0156259
11800	0.0156259
11900	0.0156259

Tabel B.2 Hasil Percobaan Penyelesaian Studi Kasus SPOJ The Bytelandian Cryptographer(Act IV) dengan menggunakan algoritma optimasi *Kasiski Examination* dan *Intersection* (2)

N	Waktu(Detik)
12000	0.0156252
12100	0.0156252
12200	0.001048
12300	0.0156267
12400	0.0156267
12500	0.0156267
12600	0.0156237
12700	0.0156237
12800	0.0156244
12900	0.0156244
13000	0.0156244
13100	0.0156244
13200	0.0156244
13300	0.0156244
13400	0.0156229
13500	0.0156251
13600	0.0156441
13700	0.0156351
13800	0.0156351
13900	0.0156351

Tabel B.3 Hasil Percobaan Penyelesaian Studi Kasus SPOJ The Bytelandian Cryptographer(Act IV) dengan menggunakan algoritma optimasi *Kasiski Examination* dan *Intersection* (3)

N	Waktu(Detik)
14000	0.0156149
14100	0.0156252
14200	0.0156252
14300	0.0156252
14400	0.0156343
14500	0.0156343
14600	0.0156343
14700	0.0156343
14800	0.0156229
14900	0.0156229
15000	0.0156229
15100	0.0156229
15200	0.0156229
15300	0.0156229
15400	0.0156354
15500	0.0156263
15600	0.0156263
15700	0.0156263
15800	0.0156263
15900	0.0156278

Tabel B.4 Hasil Percobaan Penyelesaian Studi Kasus SPOJ The Bytelandian Cryptographer(Act IV) dengan menggunakan algoritma optimasi *Kasiski Examination* dan *Intersection* (4)

N	Waktu(Detik)
16000	0.0156256
16100	0.0156256
16200	0.0156256
16300	0.0156351
16400	0.0156244
16500	0.0156278
16600	0.0156278
16700	0.0156278
16800	0.0227098
16900	0.0156351
17000	0.0156153
17100	0.0156153
17200	0.0156153
17300	0.015635
17400	0.0156259
17500	0.0156347
17600	0.0156153
17700	0.0156153
17800	0.0156191
17900	0.0156247

Tabel B.5 Hasil Percobaan Penyelesaian Studi Kasus SPOJ The Bytelandian Cryptographer(Act IV) dengan menggunakan algoritma optimasi *Kasiski Examination* dan *Intersection* (5)

N	Waktu(Detik)
18000	0.0156247
18100	0.0156247
18200	0.0156247
18300	0.0156229
18400	0.0156255
18500	0.0156247
18600	0.0156225
18700	0.0156225
18800	0.0156225
18900	0.0156225
19000	0.0156248
19100	0.0156275
19200	0.0156252
19300	0.0156206
19400	0.015626
19500	0.015626
19600	0.015626
19700	0.015626
19800	0.015626
19900	0.0156248

Tabel B.6 Hasil Percobaan Penyelesaian Studi Kasus SPOJ The Bytelandian Cryptographer(Act IV) dengan menggunakan algoritma *Naive* (0)

N	Waktu(Detik)
10000	0.390619
10100	0.394834
10200	0.400778
10300	0.406246
10400	0.406737
10500	0.42187
10600	0.421361
10700	0.437496
10800	0.437661
10900	0.45313
11000	0.468254
11100	0.468746
11200	0.469241
11300	0.48438
11400	0.48388
11500	0.498918
11600	0.501698
11700	0.515621
11800	0.516122
11900	0.531256

Tabel B.7 Hasil Percobaan Penyelesaian Studi Kasus SPOJ The Bytelandian Cryptographer(Act IV) dengan menggunakan algoritma *Naive* (1)

N	Waktu(Detik)
12000	0.530714
12100	0.546407
12200	0.54688
12300	0.578888
12400	0.562516
12500	0.593242
12600	0.594233
12700	0.593746
12800	0.608855
12900	0.621452
13000	0.640633
13100	0.640096
13200	0.641099
13300	0.656247
13400	0.687057
13500	0.687981
13600	0.687508
13700	0.702599
13800	0.703614
13900	0.718225

Tabel B.8 Hasil Percobaan Penyelesaian Studi Kasus SPOJ The Bytelandian Cryptographer(Act IV) dengan menggunakan algoritma *Naive (2)*

N	Waktu(Detik)
14000	0.734383
14100	0.734832
14200	0.749211
14300	0.766334
14400	0.789337
14500	0.796879
14600	0.81308
14700	0.812038
14800	0.813018
14900	0.827625
15000	0.844241
15100	0.827581
15200	0.843761
15300	0.859857
15400	0.874509
15500	0.891106
15600	0.890121
15700	0.906285
15800	0.921589
15900	0.922729

Tabel B.9 Hasil Percobaan Penyelesaian Studi Kasus SPOJ The Bytelandian Cryptographer(Act IV) dengan menggunakan algoritma *Naive* (3)

N	Waktu(Detik)
16000	0.937003
16100	0.952834
16200	0.953624
16300	1.04645
16400	1.10416
16500	1.0375
16600	1.03005
16700	1.03179
16800	1.03075
16900	1.04765
17000	1.07823
17100	1.09324
17200	1.09423
17300	1.10882
17400	1.10902
17500	1.12558
17600	1.14016
17700	1.15626
17800	1.17237
17900	1.18701

Tabel B.10 Hasil Percobaan Penyelesaian Studi Kasus SPOJ The Bytelandian Cryptographer(Act IV) dengan menggunakan algoritma *Naive* (4)

N	Waktu(Detik)
18000	1.18803
18100	1.20266
18200	1.21944
18300	1.23395
18400	1.24748
18500	1.25243
18600	1.26614
18700	1.28063
18800	1.2969
18900	1.31404
19000	1.32662
19100	1.35917
19200	1.34388
19300	1.36163
19400	1.37299
19500	1.39379
19600	1.40303
19700	1.43746
19800	1.43739
19900	1.43803

BIODATA PENULIS



Freddy Hermawan Yuwono, kelahiran & besar di Bondowoso-Jawa Timur, sangat suka membaca. Penulis menempuh jenjang pendidikan S1 Teknik Informatika ITS dari tahun 2013 sampai dengan dibuatnya buku ini.

Motto penulis yaitu "Segala sesuatu pasti akan terjadi dan pasti akan dilewati", membawa penulis mencoba belajar yang baru topik tugas akhir ini, dimana penulis dapat menerapkan sesuatu yang belum pernah penulis untuk melaluinya. Algoritma, optimasi dan pelajaran yang penulis petik dari yang pernah dilakukan oleh penulis sebelumnya, dengan bimbingan dosen-dosen pembimbing. Dalam pendalaman topik tugas akhir ini juga, penulis banyak belajar dan menjadi sangat tertarik mendalami *cryptography*, dan *data scientist*.

Dengan segala kerendahan hati, ilmu penulis masihlah setitik dibandingkan susu sebelanga. Penulis sangat mengharapkan diskusi, ajaran dan bantuan dalam memperbaiki diri. Apabila pembaca berkenan, penulis dapat dihubungi melalui *email* ke freddy.yuwono@gmail.com.