

DETEKSI SIMILARITY SOURCE CODE MENGGUNAKAN METODE DETEKSI ABSTRACT SYNTAX TREE

Eka Budhy Prasetya
Eka.budhy@ymail.com
Universitas Muhammadiyah Jakarta

Ahmad Fadly Dzil Jalal
fadlycute31@gmail.com
Universitas Muhammadiyah Jakarta

ABSTRAK

Laboratorium Fakultas Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Jakarta (FT–Informatika UMJ) sebagai tempat pembelajaran bagi para mahasiswa informatika yang mengikuti kelas pemrograman selalu memberikan tugas-tugas sebagai salah satu media pengukur tingkat pemahaman mahasiswa. Banyaknya tugas *source code* menggunakan bahasa Java yang harus diperiksa oleh Assisten Laboratorium mengakibatkan sulitnya melakukan pemeriksaan apabila dilakukan satu per satu serta sulitnya mengukur kredibilitas masing-masing tugas milik mahasiswa. Tugas-tugas diperiksa yang memiliki tingkat *similarity* (kemiripan) yang cukup tinggi antar *code* dapat dijadikan acuan adanya tindakan-tindakan kecurangan seperti melakukan tindakan plagiat *code* terhadap tugas mahasiswa lain. Metode deteksi kemiripan *code* menggunakan *Abstract Syntax Tree* dapat digunakan untuk merubah *code* menjadi *node* ataupun *token* unik masing-masing *code* diperiksa. Semakin besar kemiripan maka semakin besar kemungkinan *code* tersebut merupakan hasil plagiat. Aplikasi *Java's Source Code Similarity Detector* (JSC-SD) yang diusulkan akan mendeteksi kemiripan *code* melalui beberapa proses, yaitu proses parsing *code* menjadi AST yang kemudian akan diukur kemiripan tingkat kemiripannya menggunakan algoritma Levensthein Distance dan Smith-Waterman dan pada proses terakhir adalah pendeteksian *code clone* dari *source code* diperiksa. Hasil akhir yang didapat adalah grafik persentase kemiripan antar *code* serta line *code* yang dicurigai similar.

Kata kunci : Laboratorium FT–Informatika UMJ, *Similarity*, *Abstract Syntax Tree*, *Levensthein Distance*, *Smith-Waterman*

I. Pendahuluan

Dalam ilmu komputer, *source code* adalah kumpulan pernyataan atau deklarasi bahasa pemrograman komputer yang ditulis dan dapat di baca manusia. *Source code* memungkinkan programmer untuk berkomunikasi dengan komputer menggunakan beberapa perintah yang telah terdefinisi. *Source code* merupakan sebuah program yang biasanya dibuat dalam satu atau lebih file teks, kadang-kadang disimpan dalam database yang disimpan sebagai prosedur dan dapat juga muncul sebagai potongan kode yang tercetak di buku atau media lainnya. Banyaknya koleksi file *source code* dapat diatur dalam direktori pohon, dalam hal ini juga dikenal sebagai *source tree*.^[1]

Plagiarisme merupakan tindakan penipuan hasil karya orang lain tanpa sepengetahuan dari penulis aslinya, yang melanggar suatu Hak Cipta dan Hak Moral. Ketertarikan mahasiswa

terhadap tindakan plagiarisme, dibangun oleh rasionalitas instrumental. Mahasiswa lebih memperhitungkan tentang efisiensi, efektifitas dan nilai yang dimiliki oleh sumber dayanya (tugas akademik) untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Ketika aktor (mahasiswa) menentukan tujuan, aktor akan dihadapkan pada sebuah pilihan cara alternatif yaitu cara SKS (Sistem Kebut Semalam) dan SKJ (Sekali Kerja Jadi). Pilihan tersebut akan memunculkan suatu bentuk tindakan plagiarisme dan konsekuensi dari tindakan plagiarisme.^[2]

Masalah *similarity* (kemiripan) *source code* dapat menjadi salah satu solusi pendekatan deteksi tindakan plagiarisme. Adanya indikasi *similarity* harus di cermati secara seksama karena perlu penafsiran dan pembahasan khusus untuk memberikan keputusan seberapa besar tingkat kemiripan suatu *source code* dengan *source code* lainnya. Besarnya tingkat

kemiripan tersebut dapat digunakan sebagai salah satu dasar untuk mempertimbangkan suatu source code melakukan tindakan plagiarisme atau tidak. Banyak jenis similarity pada source code yang sering dijumpai pada tugas-tugas pemrograman yang diberikan kepada mahasiswa oleh para pengajar. Deteksi similarity bisa dilihat dari penggantian nama source code, memindahkan posisi beberapa potongan code serta mengganti nama variabel maupun class, method ataupun fungsinya.

Code Plagiarism adalah istilah yang digunakan untuk mendeskripsikan adanya kemiripan isi source code antar 2 code yang berbeda. Similarity source code dapat terjadi secara keseluruhan code maupun sebagian, serta dengan sedikit perubahan pada bagian yang tidak signifikan. Terdapat 3 tipe kemiripan textual yang terjadi pada dua buah source code.^[3]

1. Type 1

Fragmen yang di-copy dari file original secara sama persis, kecuali adanya perbedaan-perbedaan seperti whitespaces (spasi atau enter yang tidak mempunyai arti), comment, dan modifikasi pada jumlah baris. Tipe ini disebut juga sebagai exact clone.

2. Type II

Type ini sama seperti Type I, perbedaannya adalah pada Type II, terdapat modifikasi pada variable atau fungsi. Modifikasi dapat berupa penggantian nama atau perubahan tipe data.

3. Type III

Type III merupakan kombinasi dari Type I dan Type II. Plagiarisme file dilakukan dengan cara menambahkan statement yang tidak penting.

II. Penelitian Deteksi Similarity Source Code yang Berhubungan

Li Ping Zhang dan Dong Sheng Liu di Inner Mongolia Normal University, College of Computer and Information Engineering, Inner Mongolia, Hohhot, China^[4] mengusulkan metode deteksi plagiat dalam tiga tahap yaitu code formalization, similarity calculation dan cluster analysis. Penjelasan Tahap menurut keduanya adalah sebagai berikut.

1. Code Formalization

Code yang akan diperiksa akan dirubah menjadi sebuah tree menggunakan ANTLR (Another Tool for Language Recognition). ANTLR ditulis menggunakan JAVA yang digunakan untuk meng-generate parser dan lexer dari sebuah grammar yang digunakan untuk membaca, memproses, dan

mengeksekusi atau menerjemahkan teks terstruktur atau file binary menjadi sebuah AST.

2. Similarity Calculation

Pengukuran kemiripan code didasarkan pada AST dari source code kemudian node-node yang tercipta dibuat menjadi sebuah sequence yang akan dihitung tingkat plagiatnya menggunakan deteksi kemiripan berdasarkan matching sequence

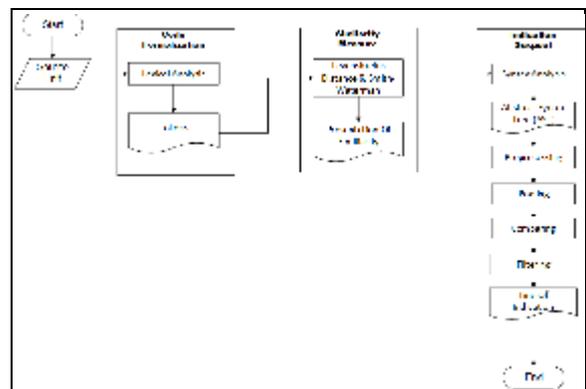
3. Cluster Analysis

Setelah similarity calculation, dapat ditentukan corresponding antara sequence di dalam tabel sequence melalui nomor baris dan vektor khas untuk tahap cluster analysis. Tahap cluster analysis akan menggunakan VSM (*Vector Space Model*).

III. Sistem yang diajukan

Berdasarkan dari karakteristik pembelajaran yang ada di Laboratorium Fakultas Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Jakarta yang terdiri dari beberapa jenis regulasi kelas yaitu reguler pagi, reguler sore dan perkuliahan karyawan, JSC-SD harus mampu mendeteksi kemiripan-kemiripan code pada bahasa pemrograman Java yang diajarkan pada beberapa mata kuliah seperti Pemrograman Berbasis Objek dan Struktur Bahasa Pemrograman pada masing masing jenis regulasi.

JSC-SD mengadopsi sistem yang sudah diajukan oleh Li Ping Zhang dan Dong Sheng Liu yang diterapkan ke dalam satu aplikasi berbasis desktop. JSC_SD adalah sebuah sistem yang akan menemukan kemiripan code serta menghitung besar kemiripan antar code yang dilakukan dalam tiga proses utama, yaitu:



Gambar 1. Main Flow JSC-SD

1. Code Formalization

Sesuai dengan namanya, AST merupakan struktur data *intermediate* di dalam prosedur kompilasi

dan proses interpretasi yang dimana *syntax tree* tidak saja merefleksikan informasi terstruktur tetapi juga berisi atribut-atribut dari *source program*. Dengan cara ini, akan diperoleh informasi komprehensif yang lebih akurat untuk mendeteksi kemiripan *code* yang ada. Adanya banyak cara untuk memperoleh data untuk meng-

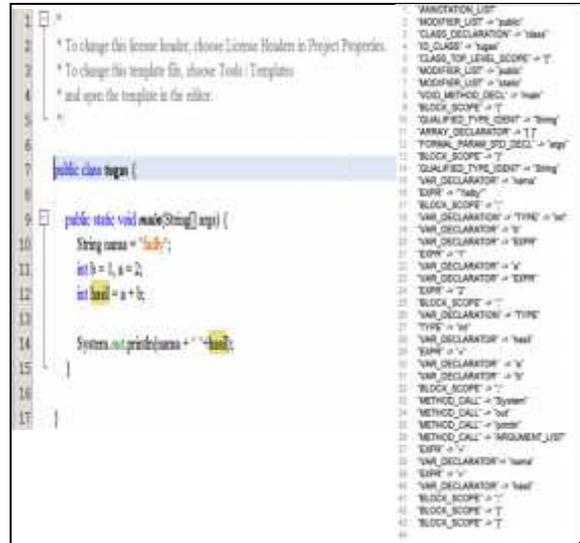
generate AST yang ada. Salah satu cara adalah menggunakan *ANTLR method*.^[5]

Proses untuk memperoleh AST oleh ANTLR dapat dibagi dalam dua subproses utama. Pertama, ketika *parse files* sedang membaca, ANTLR akan meng-generate *corresponding lexical* dan *syntax analyzer* berdasarkan *rule-rule* yang ada pada analisis *grammar file*. Proses kedua adalah kode-kode input di konversi menjadi *phrase flow* dengan menggunakan *lexical analyzer* yang *degenerate* oleh ANTLR sehingga input dari parser adalah *phrase flow* yang akan dirubah menjadi AST melalui proses *parsing* oleh parser.

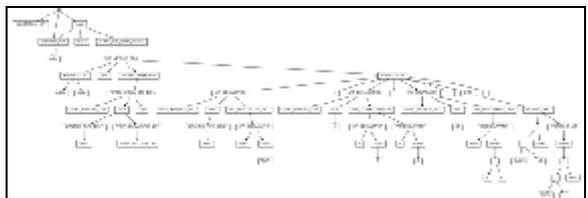
Keuntungan menggunakan AST sebagai metode pendekatan perbandingan *code* adalah pada proses ini akan menghilangkan *noise* pada *source code*. *Noise* adalah jenis karakter yang tidak mempengaruhi *code*, karena jenis karakter ini tidak akan dieksekusi oleh compiler seperti *comment* dan *whitespace*. Gambar II akan memperlihatkan bagaimana membuat sebuah *Abstract Syntac tree* dari sebuah deklarasi *code*.

2. Similarity Measure

Hasil proses *parsing* dari parser ANTLR berupa *node* atau *token* unik yang membentuk suatu rangkaian *sequence* yang bermakna secara struktural. *Token* merupakan hasil pengkategorian dari setiap kata atau karakter yang terdapat pada *source code* dimana setiap *token* terdefinisi dengan ID khas hasil generate *lexer* dan parser oleh ANTLR. Contoh dapat dilihat pada Gambar I dibawah ini



Gambar 1 Node pada code



Gambar 2. Contoh Tree Code Gambar II

TokenLaw	I	Toke
PUBLIC	87	public
CLASS	61	class
IDENT	16	tugas,main,args,nama
STATIC	90	static
VOID	10	void
LPAREN	29	'(,'
LBRACK	22	'['
RBRACK	41	']'
RPAREN	43	'),'
LCURLY	23	'{'
STRING_LITERA	17	Fadly
SEMI	44	','
INT	79	Int

Gambar 3. ID Unik Dari Node / Token

Dari proses *code formalization* dapat ditentukan sebuah *sequence* unik hasil representasi *code* tersebut. Pada Gambar 2, *sequence* yang terbentuk adalah:

87611642387901011642916422411644323164
 16461704479164616711164616744791646164
 38164441641516415164291643817038164434
 44242_

Besar kemiripan dapat dihitung berdasarkan *sequence* yang terbentuk dari rangkaian *sequence* pada gambar 3

menggunakan dua algoritma matching sequence biological computance yaitu algoritma Levensthein Distance dan algoritma Smith-Waterman [6]. Kedua algoritma ini menggunakan cara yang sama yaitu membuat sebuah matriks yang terbuat dari dua string sequence dimana masing-masing menjadi koordinat vertikal dan horizontal yang kemudian akan melakukan perulangan perbandingan antar karakter koordinat vertikal dan horizontal untuk mengisi kolom pertemuan vertikal dan horizontal. Berikut ini penjelasan masing-masing pendekatan algoritma.

a) Levensthein Distance

Untuk menggunakan algoritma ini terdapat dua tahap utama, yaitu

- Sequence Matching

Untuk dua sequence yang diberikan dimana $A = A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ dan $B = B_1, B_2, B_3, \dots, B_n$, Levensthein distance bekerja sesuai dengan prinsip dynamic programming maka akan dibuat sebuah matriks $X[\text{panjangA}][\text{panjangB}]$. Perhitungan matriks dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut.

1) Inisialisasi matriks $X[i][0] = i$ dan $X[0][j] = 0$.

2) Proses identifikasi melalui rekursif kondisi

$$X[i][j] = \text{minimum}\{d[i-1, j] + 1, d[i, j-1] + 1, d[i-1, j-1] + \text{cost}\}$$

Berikut ini adalah pseudocode dari algoritma Levensthein Distance.

```
int LevenshteinDistance (char s[1...m], char
t[1...n])
// d is a table with m+1 rows and n+1
columns
declare int d[0...m, 0...n]
for i from 0 to m
d[i, 0] := i
    for j from 0 to n
        d[0, j] := j
for i from 1 to m
for j from 1 to n
    if s[i] = t[j] then cost := 0
    else cost := 1
        d[i, j] := minimum(
            d[i-1, j] + 1, // deletion
            d[i, j-1] + 1, //insertion
            d[i-1, j-1] + cost
        ) //substitution
return d[m, n]
```

Gambar 4. Pseudo Code Levensthein

- Similarity Calculation

Rumus umum menghitung besar kemiripan code berdasarkan algoritma Levensthein distance adalah sebagai berikut:

$$\text{Sim}(m, n) = 1 - \left(\frac{\text{Dis}}{\text{MaxLength}} \right)$$

Gambar 5. Rumus Umum Levensthein

Keterangan:

Sim(m, n) = Tingkat kemiripan antara string m dan string n

Dis = Nilai Levensthein Distance (nilai akhir perbandingan string m dan string n yang ada pada pojok kanan bawah matriks)

MaxLeng = JumlahKarakterMaksimumDuaString

b) Smith Waterman

Algoritma Smith-Waterman menggunakan pendekatan berbasis local alignment yang berarti posisi ordo matriks yang dijadikan acuan bersifat bebas atau bisa berada pada ordo matriks dimana saja. Terdapat dua tahap utama yaitu:

- Sequence Matching

Untuk dua sequence yang diberikan dimana $A = A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ dan $B = B_1, B_2, B_3, \dots, B_n$, Levensthein distance bekerja sesuai dengan prinsip dynamic programming maka akan dibuat sebuah matriks $X[\text{panjangA}][\text{panjangB}]$. Perhitungan matriks dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut.

1) Inisialisasi matriks $X[i][0] = X[0][j] = 0$

2) Proses identifikasi melalui rekursif kondisi :

$$X[i][j] = \text{max}\{0, X[i-1][j-1] + \text{Nilai Match/MisMatch}, X[i-1][j] - \text{Nilai GAP}, X[i][j-1] + \text{nilai GAP}\}$$

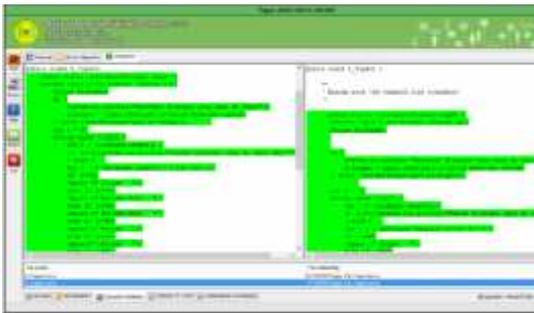
Berikut ini adalah pseudocode dari algoritma Smith-Waterman.

```
//gap = o + (l-1)*e;
//o: gap opening penalty (o < 0)
//l: length of the gap
//e: gap extension penalty (o < e < 0)
for(i=LengthA; j=LengthB; i>0 && j>0){
    if (i != 0 && j != 0) {
        if (one.charAt(i) == two.charAt(j)) {
            matrix[i][j] = Math.max(0,
                Math.max(matrix[i - 1][j - 1] + match,
                    Math.max(matrix[i - 1][j] +
                        gap, matrix[i][j - 1] + gap)));
        }
```


menyamarkan pada awal code milik code pembanding yaitu:

```
/**
 * @param args the command line
 * arguments
 */
```

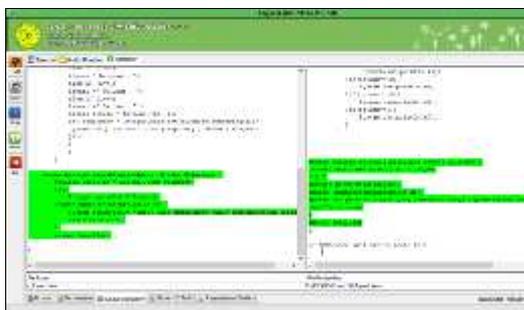
Berdasarkan jenis type plagiarisme maka pada sampel ini dapat dikategorikan dalam jenis Type I.



Gambar 12. Sampel 2

c. G_Tugas1.java dengan B_Tugas1.java

Pada sampel ketiga, kemiripan code hanya terjadi di sebagian tubuh source code. Source code acuan dan source code pembanding sama-sama memiliki method yang sama, baik nama variabel maupun nama method itu sendiri. Kemiripan disamarkan dengan penghilangan spasi atau tab-character pada method yang dimaksud milik source code acuan oleh source code pembanding. Berdasarkan jenis type plagiarisme maka pada sampel ini dapat dikategorikan dalam jenis Type III.



Gambar 13. Sampel 3

2. Presentase Kemiripan

Semakin besar persentase kemiripan antar code tersebut, maka akan semakin besar pula indikasi bahwa diantara kedua tugas yang dibandingkan merupakan code hasil tindakan plagiat. Berikut ini adalah hasil pemeriksaan

dari sebuah tugas code milik seorang mahasiswa yang dijadikan sebagai code acuan dengan tugas code pembanding milik teman mahasiswa yang dijadikan code acuan dalam bentuk grafik.



Gambar 14. Persentase Kemiripan Antar Code

VI. Kesimpulan

Pada paper ini, AST digunakan sebagai representasi lain dari sebuah code untuk memeriksa kemiripan antar code yang menggunakan bahasa pemrograman Java. Pendeteksian kemiripan (similarity) code menggunakan metode AST dapat digunakan sebagai acuan mendeteksi tindakan plagiat. Semakin besar tingkat kemiripan code maka dapat menjadi salah satu acuan apakah code tersebut merupakan tindakan plagiat.

Algoritma Levenshtein Distance dan Smith-Waterman pada dasarnya menggunakan pendekatan yang sama, tetapi Smith Waterman lebih baik karena: Algoritma Smith Waterman lebih leluasa karena Smith-Waterman memeriksa seluruh sel kolom dan baris pada matriks sampai akhir sehingga dapat ditentukan best score dari sebuah local alignment, bukan hanya sekedar menghitung nilai akhir kolom dan baris matriks.

Dalam proyek selanjutnya, JSC_SD sebaiknya meningkatkan performa dengan cara: (1) Penyediaan grammar bahasa pemrograman yang lebih baik serta grammar yang lebih beragam dari beberapa jenis bahasa pemrograman. (2) Peningkatan performa *indication suspect* dengan cara "concatenation project" dimana proses ini akan meningkatkan kecepatan *load processing* dengan cara memfokuskan pada bagian terkecil dari potongan file source code sebelum memfokuskan pada bagian potongan code yang lebih besar dari source code didalam sebuah single pipeline.^[8]

V. Daftar Pustaka

- [1] Pengertian Source code.
http://id.wikipedia.org/wiki/Kode_sumber.
(diakses 1 September 2014)
- [2] Imroatullayyin Makhfiyana, Moh. Mudzakkir, Rasionalitas Plagiarisme Di Kalangan Mahasiswa Fakultas Ilmu Sosial Unesa,
(<http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/paradigma/article/view/3998>). (Diakses 1 September 2014)
- [3] Liliana, Gregorious Satia Budhi, Anthony Wibisono, Ricky Tanojo. Pengecekan Plagiarisme Pada Code Dalam Bahasa C++ 2012: (70-71)
- [4] Li ping Zhang, Dong Sheng Liu. IEEE Journal: AST-based Multi-language Plagiarism Detection Method, Journal AST-based Multi-language Plagiarism Detection Method, Inner Mongolia Normal University, College of Computer and Information Engineering, Inner Mongolia, Hohhot, China, 2013 (738-741)
- [5] Terrence Parr. Pragmatic The Definitive ANTLR Reference May 2012.
- [6] Zhan Su, Byung Ryul Ahn. Plagiarism Detection Using the Levenshtein Distance and Smith-Waterman Algorithm, Department of Artificial Intelligence, University of Sungkyunkwan Cheoncheon dong, Jangan-gu, Suwon, Korea 2008
- [7] Benjamin Biegel, Stephan Diehl. Highly Configurable and Extensible Code Clone Detection. 17th Working Conference on Reverse Engineering, WCRE 2010.
- [8] Al-Fahim Mubarak Ali, Shahida Sulaiman, Sharifah Mashita Syed-Mohamad. An Enhanced Generic Pipeline Model for Code Clone Detection. Journal School of Computer Science, Universiti Sains Malaysia, 2012