

Penerapan *String Matching* dalam pencarian ayat-ayat di dalam Al-Quran

Pratama Andiko 13519112

Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesha 10 Bandung
E-mail: pratamandiko@gmail.com

Abstrak— Algoritma pencocokan string atau yang biasa dikenal dengan *String Matching* adalah logika untuk mencari suatu kata/kalimat didalam kumpulan kata-kata atau teks. Ada beberapa algoritma yang dapat digunakan dalam pencocokan string, namun kali ini penulis hanya akan membahas algoritma *bruteforce* dan *KMP(Knuth-Morris-Pratt)*. Dalam makalah ini akan digunakan algoritma *KMP* dalam proses pencarian ayat dalam kumpulan ayat-ayat yang ada di dalam Al-Quran.

Kata kunci—component; *String Matching*, *bruteforce*, *KMP*, ayat Al-Quran.

I. PENDAHULUAN

Dewasa ini teknologi semakin berkembang pesat, perkembangan ini dapat dirasakan diseluruh aspek kehidupan. Dengan adanya perkembangan tersebut umat manusia semakin dimudahkan dalam melakukan hal-hal yang dulunya dirasa sulit untuk dilakukan. Salah satu dampak perkembangan teknologi ini juga dirasakan dalam bidang agama.

Al-Quran merupakan kitab suci agama Islam. Di dalam alquran terdapat banyak surah dan dan di dalam surah tersebut berisi ayat-ayat Al-Quran. Permasalahan yang sering terjadi adalah ketika seorang penghafal Al-Quran atau orang yang ingin mempelajari Al-Quran membutuhkan waktu yang lama dalam mencari suatu ayat tertentu terletak dalam surah apa dan ayat yang ke berapa. Hal tersebut cukup memakan waktu karena mereka diharuskan untuk menelusuri satu persatu keberadaan ayat yang dicari. Dengan adanya algoritma *String Matching* permasalahan tersebut dapat teratasi dengan baik sehingga waktu lebih efisien dan efektif guna mempelajari Al-Quran lebih lanjut lagi.

Dalam proses pencarian ayat Al-Quran dalam makalah ini akan digunakan algoritma *KMP(Knuth-Morris-Pratt)*. *KMP* merupakan salah satu algoritma *String Matching* yang bekerja dengan cara mencari sebuah *pattern* didalam suatu *teks*, dalam hal ini *pattern* analog dengan ayat yang akan dicari sedangkan *teks* adalah Al-Quran yang merupakan kumpulan dari ayat-ayat. Penerapan algoritma *KMP* ini dilakukan dengan cara menelusuri seluruh ayat-ayat yang ada di dalam Al-Quran.

Tujuan penulisan makalah ini adalah untuk menerapkan ilmu yang didapat dalam mata kuliah IF2211 Strategi

Algoritma khususnya pada bab *String Matching*, selain itu makalah ini juga bisa diterapkan lebih lanjut untuk dibuat menjadi sebuah aplikasi berbasis desktop, mobile, ataupun web sehingga memudahkan para penghafal Al-Quran dan orang-orang yang ingin mempelajari Al-Quran karena mereka sudah tidak lagi memerlukan waktu yang banyak dalam mencari suatu ayat tertentu di dalam Al-quran.

II. LANDASAN TEORI

Teori yang akan menjadi pembahasan kali ini adalah mengenai pengertian Algoritma, *String Matching*, dan algoritma yang dapat digunakan untuk *String Matching* seperti *brute force*, *KMP*.

A. Algoritma

Dalam ilmu komputer istilah algoritma digunakan untuk menggambarkan suatu metode dalam memecahkan suatu permasalahan dengan efektif, terbatas, deterministik dan cocok untuk sebuah implementasi dalam program komputer[1]. Algoritma yang akan diimplementasikan dalam pencarian ayat Al-Quran pada makalah ini adalah algoritma *KMP(Knuth-Morris-Pratt)*.

B. *String Matching*

String sendiri dalam ilmu komputer diartikan sebagai sekuens dari karakter. Algoritma pencarian string atau yang biasa dikenal sebagai *String Matching* adalah suatu algoritma yang digunakan untuk melakukan pencarian suatu string *pattern* yang memiliki panjang m di dalam suatu *teks* yang memiliki panjang n .

C. Algoritma *Brute Force*

Brute Force merupakan algoritma paling sederhana dalam pencocokan string. Algoritma *Brute Force* bekerja dengan mengecek setiap kedudukan *pattern* dalam *teks* mulai dari karakter awal hingga karakter akhir. Jika karakter pertama dalam *pattern* cocok dengan karakter pertama dalam *teks*, maka akan dilakukan pengecekan karakter kedua *pattern* dengan karakter kedua *teks*. Jika karakter pada *pattern* tidak cocok dengan karakter yang ada pada *teks*, maka akan dilakukan pergeseran, yaitu dengan memindahkan *pattern* tepat satu posisi ke arah kanan, lalu akan dimulai pencocokan lagi

satu-persatu dan seterusnya. Perbandingan karakter dari pattern dan teks dapat selesai dimana pun selama tahap pencarian.

Sebagai contoh, diberikan suatu *teks* = "BELAJARBIOLA" dan suatu *pattern* = "BIOLA". Pada karakter pertama *pattern* dan *teks* terjadi kecocokan karena pada karakter pertama adalah "b". Pencocokan dilanjutkan ke karakter kedua dari *pattern* dan *teks*. Ditemukan *missmatch* karena karakter kedua dari *pattern* adalah huruf "i" sedangkan pada *teks* adalah "e", maka dilakukan proses pergeseran yaitu dengan memindahkan *pattern* satu karakter ke arah kanan. Proses pergeseran akan terus dilakukan sebanyak delapan kali hingga bertemu dengan huruf "b" lagi pada *teks*.

Tabel 1. Proses pergeseran pada algoritma Brute Force

Teks:	B	E	L	A	J	A	R	B	I	O	L	A
1	B	I	O	L	A							
2		B	I	O	L	A						
3			B	I	O	L	A					
4				B	I	O	L	A				
5					B	I	O	L	A			
6						B	I	O	L	A		
7							B	I	O	L	A	
8								B	I	O	L	A

Berikut adalah contoh algoritma Brute Force String Matching dalam bahasa Java.

Gambar 1. Algoritma Brute Force dalam bahasa Java

```
for (int i = 0; i < n-m; i++) {
    int j = 0;
    while (j < m && t[i+j] == p[j]) {
        j++;
    }
    if (j == m) return i;
}
System.out.println("No match found");
return -1;
```

Sumber: CS61B, Erin Korber.

Looping dilakukan sebanyak $n-m$ kali, dan loop didalamnya dilakukan sebanyak m kali untuk setiap iterasi dari loop yang diluar, sehingga kompleksitas waktunya adalah $O(nm)$.

D. KMP (Knuth Morris Pratt)

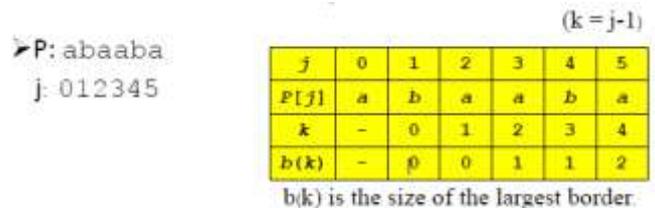
Algoritma Knuth-Morris-Pratt atau yang biasa disebut dengan algoritma KMP merupakan salah satu algoritma *string matching* yang jauh lebih cerdas dan efisien dari pada algoritma brute force. Algoritma KMP dikembangkan oleh D.E

Knuth, J.H Morris dan V. R. Pratt. Pencocokan *string* dengan algoritma *brute force* dilakukan dengan penggeseran *pattern* satu kali ke kanan setiap terjadi *missmatch*. Sedangkan pada algoritma KMP, informasi yang didapat dipelihara dan digunakan untuk menentukan jumlah pergeseran, sehingga iterasi yang sama tidak dilakukan secara terus-menerus yang menyebabkan waktu pencarian menjadi sangat lama. Secara garis besar, langkah-langkah yang dilakukan algoritma KMP adalah:

1. Algoritma Knuth-Morris-Pratt dimulai dengan mencocokkan *pattern* dan *teks* pada awal karakter
2. Pencocokan karakter dimulai dari kiri ke kanan
3. Jika ditemukan *missmatch* antara *pattern* dan *teks* maka akan dilakukan pemberhentian pencocokan.
4. *Pattern* kemudian akan digeser ke kanan sebanyak nilai berdasarkan tabel *border function* KMP yang telah dihitung sebelumnya.
5. Ulangi mulai dari langkah 2 hingga *pattern* telah digeser sampai dengan ujung *teks*.

Border function KMP(Fungsi pinggiran KMP) adalah preproses dari algoritma KMP sendiri yang didefinisikan sebagai ukuran *prefiks* terpanjang dari $P[0..k]$ yang juga merupakan *suffixs* dari $P[1..k]$ dimana k adalah indeks posisi sebelum ditemukan ketidakcocokan($k = j - 1$) dan j merupakan indeks ditemukan ketidakcocokan pada *pattern*. Sebagai gambaran berikut adalah tabel dari *border function* KMP:

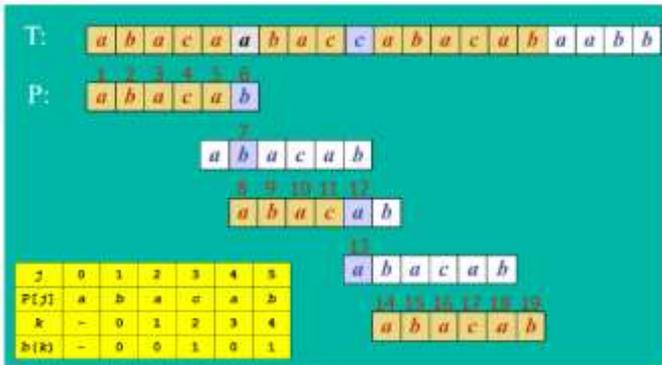
Gambar 2. Tabel border function



Sumber : Rinaldi Munir

Dapat dilihat pada tabel tersebut *pattern* yang digunakan adalah = "abaaba" dan akan ditentukan nilai $b(k)$ yang merupakan ukuran *prefiks* terpanjang dari $P[0..k]$ yang juga merupakan *suffixs* dari $P[1..k]$. Misal pada saat proses pencocokan ditemukan *missmatch* pada indeks ke 5($j = 5$), dapat diketahui pada saat $j = 5$ nilai $k = 4$, sehingga didapatkan $b(4) = 2$, lalu akan dilakukan penggeseran kekanan pada *pattern* hingga indeks ke 2 *pattern* akan bersesuaian dengan indeks ke i pada *teks*.

Gambar 3. Ilustrasi algoritma KMP



Sumber : Rinaldi Munir

Pada ilustrasi tersebut terdapat *pattern* = “abacab” dan telah dihitung terlebih dahulu nilai *border function* lalu disimpan ke dalam tabel. Pencocokan dilakukan di awal karakter *pattern* dan *teks* hingga ditemukan *mismatch* pada *pattern* indeks ke $j = 5$ dan pada *teks* indeks $i = 5$. Berdasarkan tabel *border function*, saat $j = 5$, nilai $k = 4$ sehingga didapatkan nilai $b(4)$ adalah 1. *Pattern* digeser ke kanan hingga indeks $j = b(4)$ bersesuaian dengan indeks i pada teks saat ini. Hal tersebut dilakukan terus menerus hingga *pattern* berada pada akhir dari *teks*.

Algoritma KMP akan menemukan semua kemunculan dari *pattern* dengan panjang m di dalam teks dengan panjang n . Algoritma ini memiliki kompleksitas waktu $O(m+n)$, yang jauh lebih cepat dari pada *brute force* $O(mn)$.

III. PENERAPAN ALGORITMA KMP DALAM PENCARIAN AYAT AL-QURAN

A. Analisa

Dalam melakukan pencarian ayat-ayat yang ada di dalam Al-Quran penulis menggunakan algoritma KMP. Adapun alasan penggunaan algoritma KMP adalah sebagai berikut.

- Kelebihan algoritma KMP

Algoritma KMP tidak akan melakukan pengecekan satu persatu lagi antara *pattern* dan *teks* jika terjadi *mismatch* dan pergeseran tidak selalu dilakukan sebanyak 1 karakter seperti algoritma *brute force*, sehingga algoritma KMP akan sangat efisien dan efektif untuk memproses file yang sangat besar.

- Kekurangan algoritma KMP

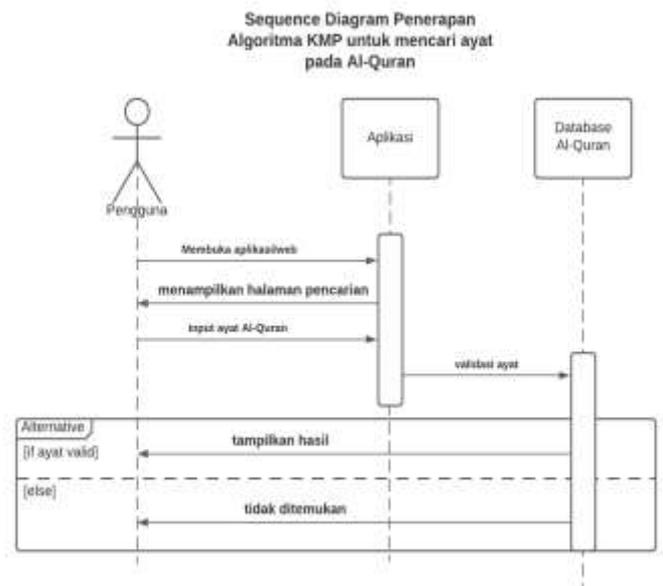
Algoritma KMP tidak bekerja dengan baik jika ukuran dari alfabet terus meningkat, karena akan memperbanyak kemungkinan untuk *mismatch*. Algoritma KMP juga tidak bekerja dengan baik jika *mismatch* ditemukan pada awal *pattern* yang menyebabkan algoritma KMP bekerja seperti algoritma *brute force* biasa.

Berdasarkan kekurangan dan kelebihan tersebut dapat digunakan algoritma KMP untuk mencari ayat-ayat yang ada di dalam Al-Quran karena kelebihan algoritma KMP sendiri untuk mengatasi file-file berukuran besar dan pada kasus di makalah ini akan di cari suatu ayat pada kumpulan puluhan ribu ayat lain di dalam Al-Quran, sedangkan kekurangan algoritma KMP adalah kurang efisien jika memproses suatu teks yang ukurannya terus meningkat namun Al-Quran sendiri ukurannya tetap dan tidak akan mungkin bertambah isinya. Oleh karena itu pemilihan algoritma KMP dirasa akan lebih efisien dan efektif daripada menggunakan algoritma *brute force*

B. Pemodelan

Berikut adalah sequence diagram dari aplikasi pencarian ayat Al-Quran

Gambar 4. Sequence Diagram aplikasi



C. Hasil Uji

Tabel 2. Hasil Uji

No	Pattern	Kemiripan	Hasil
1	الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ	100%	Surat Al-Fatihah (1) ayat 2 الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ
		100%	Surat As-Saffat (37) ayat 182 وَالْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ

			<p>أَلْعَلَمِينَ</p> <p>100% Surat Al-An'am (6) ayat 45</p> <p>فَقُطِعَ دَابِرُ الْقَوْمِ الَّذِينَ ظَلَمُوا</p> <p>وَالْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ أَلْعَلَمِينَ</p>
		100%	<p>Surat Ghafir (40) ayat 65</p> <p>هُوَ الْحَيُّ لَا إِلَهَ إِلَّا هُوَ فَادْعُوهُ مُخْلِصِينَ لَهُ الَّذِينَ ظَلَمُوا</p> <p>وَالْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ أَلْعَلَمِينَ</p>
		100%	<p>Surat Az-Zumar (39) ayat 75</p> <p>وَتَرَى الْمَلَائِكَةَ حَافِينَ مِنْ حَوْلِ الْعَرْشِ يُسَبِّحُونَ بِحَمْدِ رَبِّهِمْ وَأَقْبَضِي بَيْنَهُم بِالْحَقِّ وَقِيلَ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ أَلْعَلَمِينَ</p>
2	إِنَّ اللَّهَ مَعَ الصَّابِرِينَ	100%	<p>Surat Al-Baqarah (2) ayat 153</p> <p>يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا اسْتَعِينُوا بِالصَّبْرِ وَالْحَمْدِ لِلَّهِ رَبِّ أَلْعَلَمِينَ</p>

			<p>بِالصَّبْرِ وَالصَّلَاةِ إِنَّ اللَّهَ مَعَ الصَّابِرِينَ</p> <p>100% Surat Al-Anfal (8) ayat 46</p> <p>وَأَطِيعُوا اللَّهَ وَرَسُولَهُ وَلَا تَنَازَعُوا فَتَفْشَلُوا وَتَذْهَبَ رِيحُكُمْ</p> <p>وَأَصْبِرُوا إِنَّ اللَّهَ مَعَ الصَّابِرِينَ</p>
		60%	<p>Surat Al-Baqarah (2) ayat 249</p> <p>فَلَمَّا فَصَلَ طَالُوتُ بِالْجُنُودِ قَالَ إِنَّ اللَّهَ مُبْتَلِيكُمْ بِنَهَرٍ فَمَنْ شَرِبَ مِنْهُ فَلَيْسَ مِنِّي وَمَنْ لَمْ يَطْعَمْهُ فَإِنَّهُ مِنِّي إِلَّا مَنِ اعْتَرَفَ غُرْفَةً بِيَدِهِ فَشَرِبُوا مِنْهُ إِلَّا قَلِيلًا مِّنْهُمْ فَلَمَّا جَاوَزَهُ هُوَ وَالَّذِينَ ءَامَنُوا مَعَهُ قَالُوا لَا طَاقَةَ لَنَا</p>

			<p>الْيَوْمَ بِجَالُوتَ وَجُنُودِهِ ؕ قَالَ الَّذِينَ يَظُنُّونَ أَنَّهُم مُلْكُوا اللَّهَ كَمِ مِّنْ فِتْنَةٍ قَلِيلَةً غَلَبَتْ فِتْنَةٌ كَثِيرَةٌ بِإِذْنِ اللَّهِ ۗ</p> <p>وَاللَّهُ مَعَ الصَّابِرِينَ</p>
3	لَا إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ	100%	<p>Surat As-Saffat (37) ayat 35</p> <p>إِنَّهُمْ كَانُوا إِذَا قِيلَ لَهُمْ لَا إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ يَسْتَكْبِرُونَ</p>
		100%	<p>Surat Muhammad (47) ayat 19</p> <p>فَاعْلَمْ أَنَّهُ لَا إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ وَأَسْتَعْفِرْ لِذَنبِكَ وَلِلْمُؤْمِنِينَ وَالْمُؤْمِنَاتِ ۗ وَاللَّهُ يَعْلَمُ مَتَقَلِّبِكُمْ وَمَثُورِكُمْ</p>
		93%	<p>Surat At-Taghabun (64) ayat 13</p> <p>اللَّهُ لَا إِلَهَ إِلَّا هُوَ ؕ وَعَلَى اللَّهِ فَلْيَتَوَكَّلِ الْمُؤْمِنُونَ</p>
		92%	<p>Surat At-Taubah (9) ayat 31</p>

			<p>اتَّخَذُوا أَحْبَابَهُم وَرُهْبَنَهُمْ أَرْبَابًا مِّنْ دُونِ اللَّهِ وَالْمَسِيحَ ابْنَ مَرْيَمَ وَمَا أُمِرُوا إِلَّا لِيَعْبُدُوا إِلَهًا وَّحِدًا ۗ لَا إِلَهَ إِلَّا هُوَ ؕ سُبْحٰنَهُ عَمَّا يُشْرِكُونَ</p>
		84%	<p>Surat Al- Mu'minun (23) ayat 116</p> <p>فَتَعَلَى اللَّهِ الْمَلِكُ الْحَقُّ ۗ لَا إِلَهَ إِلَّا هُوَ رَبُّ الْعَرْشِ الْكَرِيمِ</p>
		84%	<p>Surat Az-Zumar (39) ayat 6</p> <p>وَكَذٰلِكَ جَعَلْنَاكُمْ أُمَّةً وَسَطًا لِتَكُونُوا شُهَدَاءَ عَلَى النَّاسِ وَيَكُونَ الرَّسُولُ عَلَيْكُمْ شَهِيدًا ۗ وَمَا جَعَلْنَا الْقِبْلَةَ الَّتِي كُنْتَ عَلَيْهَا إِلَّا لِنَعْلَمَ مَن يَتَّبِعُ الرَّسُولَ مِمَّن يَنْقَلِبُ</p>

		<p>عَلَىٰ عَقْبِيهِ ۖ وَإِن كَانَتْ لَكَبِيرَةً إِلَّا عَلَىٰ الَّذِينَ هَدَىٰ اللَّهُ ۖ وَمَا كَانَ اللَّهُ لِيُضَيِّعَ إِيمَانَكُمْ ۗ إِنَّ اللَّهَ بِالنَّاسِ لَرُءُوفٌ رَّحِيمٌ</p>
41%	<p>Surat Al-Baqarah (2) ayat 143</p> <p>وَكَذَلِكَ جَعَلْنَاكُمْ أُمَّةً وَسَطًا لِتَكُونُوا شُهَدَاءَ عَلَى النَّاسِ وَيَكُونَ الرَّسُولُ عَلَيْكُمْ شَهِيدًا ۖ وَمَا جَعَلْنَا الْقِبْلَةَ الَّتِي كُنْتَ عَلَيْهَا إِلَّا لِنَعْلَمَ مَنْ يَتَّبِعُ الرَّسُولَ مِمَّنْ يَنْقَلِبُ عَلَىٰ عَقْبَيْهِ ۖ وَإِن كَانَتْ لَكَبِيرَةً إِلَّا عَلَىٰ الَّذِينَ هَدَىٰ اللَّهُ ۖ وَمَا كَانَ اللَّهُ لِيُضَيِّعَ إِيمَانَكُمْ ۗ إِنَّ اللَّهَ بِالنَّاسِ لَرُءُوفٌ رَّحِيمٌ</p>	

	38%	<p>Surat Al-A'raf (7) ayat 89</p> <p>قَدْ أَفْتَرْنَا عَلَى اللَّهِ كَذِبًا إِنَّا عُدْنَا فِي مِلَّتِكُمْ بَعْدَ إِذْ نَجَّيْنَا اللَّهُ مِنْهَا ۖ وَمَا يَكُونُ لَنَا أَنْ تَعُودَ فِيهَا إِلَّا أَنْ يَشَاءَ اللَّهُ رَبُّنَا ۖ وَسِعَ رَبُّنَا كُلَّ شَيْءٍ عِلْمًا ۖ عَلَى اللَّهِ تَوَكَّلْنَا ۖ رَبَّنَا أَفْتَحْ بَيْنَنَا وَبَيْنَ قَوْمِنَا بِالْحَقِّ وَأَنْتَ خَيْرُ الْفَاتِحِينَ</p>
--	-----	--

Keterangan: Hasil perhitungan diatas hanyalah ilustrasi berdasarkan web Al-Quran : <http://lafzi.apps.cs.ipb.ac.id/>

IV. KESIMPULAN

Pencocokan string tidak hanya dapat digunakan untuk huruf alfabet saja, namun juga dapat diimplementasikan pada huruf arab, sehingga dapat memudahkan seorang penghafal atau orang yang ingin mempelajari Al-Quran jika mereka ingin mencari suatu ayat tertentu di dalam Al-Quran.

Pencarian ayat-ayat menggunakan algoritma KMP dirasa efektif karena memang kelebihan algoritma KMP adalah mencari suatu pattern didalam kumpulan teks yang berukuran besar. Selain itu isi dari Al-Quran sendiri juga tetap(tidak bertambah-tambah) sehingga mismatch bisa semakin diminimalisir.

V. UCAPAN TERIMAKASIH

Pertama-tama saya ucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan berkah dan rahmat-Nya sehingga pengerjaan makalah ini dapat diselesaikan dengan lancar. Kedua saya juga mengucapkan terimakasih kepada Bapak Prof. Ir. Dwi Hendratmo Widyantoro, M.Sc., Ph.D. selaku dosen Strategi Algoritma Kelas K03 prodi Teknik

Informatika ITB atas ilmu dan bimbinganya. Ketiga tak lupa saya ucapkan terimakasih juga kepada teman-teman yang telah mendukung dan memberikan inspirasi dalam proses pengerjaan makalah ini.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sedgewick, R. Wayne K., 2011. *Algorithms Fourth Edition*. Boston : Princeton University
- [2] Erin Korber, 2006, *String Matching Algorithms*. California : Berkeley University
- [3] Munir, Rinaldi. 2021. "Pencocokan string (String matching/pattern matching)". Bandung
- [4] Nababan, Adli Abdillah dan Jannah Miftahul, 2019, *Algoritma String Matching Brute Force Dan Knuth-Morris-Pratt Sebagai Search Engine Berbasis Web Pada Kamus Istilah Jaringan Komputer*. Journal Mantik Penusa, Volume 3.
- [5] Syarif, Muhamad, 2017. *Implementasi Algoritma String Matching Dalam Pencarian Surah Dan Ayat Dalam Al-Quran Berbasis Web*, *Indonesian Journal on Networking and Security*, Volume 6 No 2
- [6] 2021. *Lafzi – Pencarian Ayat-ayat Al-Quran*, <http://lafzi.apps.cs.ipb.ac.id/web/>, diakses pada 11 Mei 2021 pukul 12.00.

VII. PERNYATAAN

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

Bandung, 11 Mei 2021



Pratama Andiko/13519112