Studi Komparatif Algoritma Fisher Yates dengan Brute Force pada Permainan Kartu 24

Ricky Imanuel Ndaumanu^{#1}

[#]Program Studi Teknik Informatika, STMIK Widya Dharma Pontianak
Jl. H.O.S Cokroaminoto 445 Pontianak

¹ricky_ndaumanu@ymail.com

Abstrak—Salah satu penyelesaian dari masalah optimasi kombinatorial yang cukup populer dalam dunia nyata adalah dengan menggunakan algoritma *shuffling*, seperti algoritma *Brute Force* dan algoritma *Fisher Yates*. Dari studi yang pernah dilakukan dari kedua algoritma tersebut dapat menghasilkan solusi yang optimal. Kedua algoritma dapat memberikan hasil nilai yang terbaik. Pada studi ini dilakukan untuk mengetahui seberapa cepat diantara kedua algoritma tersebut mendapatkan nilai optimal dengan cara menghitung jumlah looping yang dilakukan oleh setiap algoritma setelah proses pengacakan data. Sampling data random yang sama akan tetapi jika diacak dengan cara yang berbeda akan memberikan hasil looping berbeda. Looping yang rendah akan menghasilkan nilai yang lebih cepat dari looping yang tinggi. Pada penelitian ini, algoritma *Brute Force* memberikan hasil 24% lebih cepat dari pada algoritma *Fisher Yates*. Prototipe dari algoritma *Brute Force* dan algoritma *Fisher Yates* untuk mendapatkan nilai maksimal di implementasikan pada Games permainan kartu 24. Permainan Kartu 24 merupakan permainan kartu yang ideal dalam menyimpan dan mengacak kartu. Penelitian ini menunjukkan bahwa Algoritma *Brute Force* memberikan hasil looping yang lebih baik dari pada Algoritma *Fisher Yates*. Implementasi penelitian ini menggunakan algoritma *shuffling* berbasis objek dengan menggunakan bahasa pemrograman JAVA SE 8u221 dan diuji dengan menggunakan simulasi data aktual dari permainan kartu 24.

Kata kunci— algoritma *Brute Force*, algoritma *Fisher Yates*, prototipe, algoritma *shuffling*

I. PENDAHULUAN

Dalam perkembangan ilmu komputer (*Computer Science*), algoritma merupakan salah satu topik yang menarik untuk diteliti lebih dalam. Banyak solusi yang sudah dipecahkan dalam dunia CS khususnya pembuatan dan penerapan algoritma untuk memecahkan permasalahan yang ada. Permasalahan yang sering dihadapi pada hampir setiap aplikasi profesional dan aplikasi standar yang menggunakan data untuk diolah adalah permasalahan pengacakan (*shuffle*). Dalam pengelolaan data, data dapat diacak dengan tujuan yang berbeda pada setiap perangkat lunak akan memberikan hasil yang berbeda pula. Walaupun jumlah, nilai, dan isi data sama sebelum dan sesudah pengacakan, hasil yang

ditampilkan terlebih dahulu akan menjadikan algoritma tersebut berbeda antara satu dengan yang lainnya.

Banyak algoritma yang sering digunakan dalam langkah melakukan pengacakan antara lain *Fisher Yates*, Hash, LCM (*Linear Congruent Method*), *backtracking*, dan algoritma *shuffling* lainnya. Metode pengacakan (*shuffling*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Fisher Yates*, diterapkan dalam perangkat lunak permainan kartu 24, dibandingkan dengan algoritma *Brute Force*.

Permainan kartu 24 merupakan permainan yang cukup populer di lingkungan Sekolah Dasar karena permainan ini banyak digunakan oleh guru-guru sekolah dasar untuk membantu peserta didiknya dalam mengasah logika matematikanya. Permainan kartu 24 atau biasa dikenal sebagai 24 @ game dibuat oleh Robert Sun pada tahun 1988 sebagai salah satu media pembelajaran. Permainan ini mulai berkembang di tahun 1990 an bahkan telah dilakukan turnamen antar siswa khusus nya di Afrika Selatan [1].

Pada penelitian sebelumnya, penerapan algoritma *Brute Force* dapat menyelesaikan masalah dalam pencarian data kebudayaan[2], pengembangan aplikasi menterjemahkan Sandi Morse [3], menemukan solusi rubrik, algoritma *Brute Force* dapat digunakan untuk salah satu pemecahan masalah dari semua kemungkinan yang ada [4], serta pencarian data operator pada permainan kartu 24[5], Pengacakan dengan menggunakan *Fisher Yates* dalam implementasi aplikasi multimedia interaktif pembelajaran tenses bahasa Inggris[6] dan aplikasi game *quiz* tebak nada Sunda[7], pengenalan kosakata bahasa Inggris[8], dan aplikasi pembelajaran trigonometri memberikan hasil pengacakan yang tidak dapat ditebak data selanjutnya. Dalam Dengan demikian kedua algoritma baik itu *Brute Force* dan *Fisher Yates* *realible* untuk diterapkan pada permainan kartu 24.

Kartu yang digunakan untuk bermain adalah kartu remi seperti pada umumnya yang terdiri atas 52 kartu yang terbagi atas empat suit (sekop, hati, keriting, dan wajik). Masing masing suit terdiri atas 13 kartu (As, 2,3,4,5,6,7,8,9,10, Jack, Queen, King). As bernilai 1, Jack bernilai 11, Queen bernilai 12, dan King bernilai 13. Pada awal permainan, moderator mengambil 4 kartu yang telah

diacak dari dek secara random kemudian peserta permainan akan menebak dari 4 kartu menggunakan operator matematika dasar yaitu penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian. Permainan berakhir jika salah satu dari peserta dapat menebak bagaimana membuat nilai-nilai dari 4 kartu yang diberikan menjadi 24. Pemain yang paling cepat menebak bagaimana urutan kartu dan operasinya dinyatakan sebagai pemenangnya [5].

Tujuan penulisan makalah ini adalah membandingkan metode *Brute Force* dan dengan metode pengacakan *Fisher Yates* dalam memberikan hasil dengan nilai terbaik dalam waktu yang cepat. Kecepatan didapat dengan cara melihat dari kumpulan data operator aritmatika yang disimpan dalam *Generik List*, digunakan dan dihitung hasilnya berdasarkan kartu yang dibagikan. Jika ditemukan nilai yang maksimal maka akan mengembalikan *index* dari kumpulan data tersebut. Paling kecil *index* maka akan semakin cepat hasil ditemukan dalam data operator baik itu menggunakan algoritma *Brute Force* atau juga menggunakan algoritma *Fisher Yates*. Nilai yang digunakan antara 0 sampai dengan 24. Nilai yang terbaik adalah nilai yang sama dengan 24. Apabila nilai melebihi 24 maka peserta dianggap gugur [9].

II. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Brute Force* dan *Fisher Yates*. Kedua metode ini biasa digunakan dalam pencarian untuk mendapatkan nilai secara optimal. Pada penelitian ini, kedua metode diatas digunakan untuk mencari operator dan mendapatkan hasil nilai 24.

Adapun objek pengumpulan data yang digunakan adalah 4 kartu dari populasi satu dek kartu dengan jumlah total 52 kartu. Simulasi yang dilakukan adalah dengan menggunakan bahasa pemrograman berbasis objek *JAVA SE 8u221* dalam bentuk model permainan game kartu 24.

Untuk merancang dan menganalisis sistem yang baik, diperlukan suatu metode yang sering digunakan. Penulis menggunakan metode RAD (*Rapid Application Development*). Model RAD memiliki empat fase yaitu fase perencanaan syarat-syarat, fase perancangan, fase konstruksi, dan fase pelaksanaan. Berikut adalah penjelasan masing-masing fase dalam penelitian ini.

A. Fase Perencanaan Syarat-Syarat

1) *Fase Perencanaan Syarat-Syarat*: Aturan permainan secara umum sama seperti permainan kartu 24 dimana yang dapat menebak nilai 24 terlebih dahulu adalah pemenangnya. Pada penelitian ini, yang bermain adalah kedua algoritma yaitu *Brute Force* (BF) dan *Fisher Yates* (FY) yang masing-masing diberikan 4 kartu yang sama dan masing-masing mempunyai larik operator yang sama. Oleh sebab itu, mungkin saja ke dua algoritma dapat menghasilkan nilai yang sama akan tetapi posisi

index lariknya berbeda. Pemain yang memiliki *index* terkecil adalah pemenangnya.

Strategi Permainan Kartu

Ada berapa strategi yang dapat digunakan pada permainan kartu 24 ini, yaitu:

- Menentukan posisi ke empat kartu yang didapatkan

Posisi kartu sangat menentukan hasil. Untuk menentukan posisi kartu dibutuhkan permutasi Heap. Kartu A dan kartu B memiliki kombinasi = {AB, BA}. Jika nilai A sama dengan 5 dan B sama dengan 4 maka dengan menggunakan operator pengurangan ('-') memberikan hasil yang berbeda untuk posisi kartu yang berbeda. $A - B = 1$ dan $B - A = -1$.

- Mengganti operator jika hasil tidak mendapatkan hasil yang sesuai.

Jika operator yang digunakan untuk menghitung adalah "+ + +" tidak mendapatkan hasil 24, maka akan diganti dengan operator yang lainnya seperti "+ + -" atau "+ + x" atau operator lainnya dalam koleksi larik operator.

B. Fase Perancangan

Perancangan proses yang digunakan dalam sistem adalah dengan menggunakan UML (*Unified Modeling Language*) dengan pemodelan diagram *usecase*, *activity*, *sequence*, dan diagram kelas. Data yang digunakan tidak disimpan dalam *database* akan tetapi disimpan dalam koleksi dari larik yang berupa *object*. Data operator disimpan dalam larik operator.

C. Fase Konstruksi

Pada tahap ini dilakukan pembuatan program terhadap rancangan-rancangan yang telah didefinisikan. Pembuatan program yang dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Java sdk 1.8.0. Fase konstruksi membuat sistem yang melingkupi input, proses, dan output. Input data yang digunakan adalah koleksi larik, proses yang dilakukan adalah menggunakan algoritma *Brute Force* atau algoritma *Fisher yates* untuk memasukan semua kemungkinan operasi yang digunakan. Output adalah hasil dari perhitungan, operasi yang digunakan, dan berapa cepat algoritma tersebut menampilkan hasil yang terbaik.

D. Fase Pelaksanaan

Pada fase pelaksanaan, sistem diuji cobakan, dijalankan, dan direkam *index* dari kedua algoritma agar diketahui nilai yang tercepat mendapatkan hasil dari kedua algoritma tersebut.

Proses implementasi dalam alur aplikasi yang digunakan untuk melakukan penelitian dapat dilihat pada *flow diagram* pada Gambar 1 berikut ini:

Gambar. 1 Flow diagram

Proses *Flow Diagram* yang dilakukan dalam sistem pada Gambar 1 antara lain:

- 1) *Kartu* : Objek kartu yang sudah ada dalam sistem sudah ditetapkan sebanyak 52 kartu.
- 2) *Acak Kartu*: Kartu diacak atau di shuffle dengan menggunakan algoritma Fisher Yates.
- 3) *Bagikan 4 kartu*: Koleksi kartu membagikan 4 kartu, Kemudian kartu melakukan permutasi dengan menggunakan heap permutasi [2] seperti pada persamaan di bawah ini:

$$\text{Set}\pi[i] = \text{for all } i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

$$\text{for } i = 1 \text{ to } n$$

Ilustrasi hasil pemutasi dilihat pada Gambar 2 berikut ini :

```
In[30]:= MinimumChangePermutations[4][[ Range[7,24] ]]
```

```
Out[30]= {{4, 2, 1, 3}, {2, 4, 1, 3}, {1, 4, 2, 3},
```

```
         {4, 1, 2, 3}, {2, 1, 4, 3}, {1, 2, 4, 3}, {1, 3, 4, 2},
```

```
         {3, 1, 4, 2}, {4, 1, 3, 2}, {1, 4, 3, 2}, {3, 4, 1, 2},
```

```
         {4, 3, 1, 2}, {4, 3, 2, 1}, {3, 4, 2, 1}, {2, 4, 3, 1},
```

```
         {4, 2, 3, 1}, {3, 2, 4, 1}, {2, 3, 4, 1}}
```

Gambar. 2 Ilustrasi heap permutation – 4 data

Data yang diberikan adalah 4 kartu yang diumpamakan sebagai kartu pertama adalah A, kedua adalah B, ketiga adalah C, dan keempat adalah D. Permutasi yang dihasilkan seperti pada Gambar 3 berikut ini:

Gambar. 3 Hasil permutation

- 4) *Get operator*: *Get operator* merupakan proses untuk mendapatkan data operator. Operator yang terdaftar dalam larik operator adalah seperti pada Gambar 4 berikut ini:

Gambar. 4 Operator

- 5) *Penerapan Algoritma*: Algoritma yang digunakan dalam menggunakan dua metode ini adalah *Brute Force* dan *Fisher Yates*.

- **Algoritma *Brute Force***

Brute Force merupakan algoritma yang dapat memecahkan permasalahan dengan sederhana (*simple*), langsung, dan jelas. Algoritma *Brute Force* melakukan pendekatan yang lempang (*straight-forward*) dalam memecahkan suatu masalah oleh sebab itu algoritma *Brute Force* sering sekali disebut dengan algoritma *naïf* (*Naïve algorithm*) [10]. Algoritma *Brute Force* dapat digunakan untuk memecahkan hampir sebagian besar permasalahan yang ada karena memasukan dan mencoba semua isi dalam suatu data koleksi tanpa menggunakan cara-cara khusus. Teratur, sederhana dan mudah dimengerti adalah salah satu kelebihan dari *algoritma Brute Force* [2][5]. *Pseudocode* algoritma *Brute Force* dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini:

```

//Input : Array [0..n-1] n merupakan data kartu yaitu 4
          Array [0..m-1] m merupakan data operator yaitu 256
//Output: index data operator dan collection data kartu
          -1 jika tidak memenuhi hasil

For I <- to T[Array [n]] do
  j <- 0
  while J < m-1 do
    if hitung (I,J) > 0 and hitung (I,J) <= 24
      return I and J
  return -1

```

Gambar. 5 Psudocode algoritma Brute Force

- Algoritma Fisher Yates

Fisher Yates pertama pertama kali diperkenalkan pada tahun 1938 dan mulai dipopulerkan pada tahun 1948. Sejak itu banyak varian dari implementasi algoritma *Fisher Yates* untuk memperbarui algoritma tersebut [6]. Algoritma *Fisher Yates* merupakan salah satu algoritma pengacakan (*Shuffle*) yang mengacak data dalam koleksi larik atau *array* kartu ataupun larik operator. Algoritma dapat di narasikan sebagai berikut koleksi larik yang berisi objek kartu atau objek operator (T) akan di *looping* dari awal data sampai akhir data. Selanjutnya mendapatkan nilai random diantara 0 sampai dengan panjang koleksi larik. Nilai random n yang didapat akan dijadikan *index* yang akan ditukar dengan index pada posisi I [6],[7]. Tampilan pada Gambar 6 berikut ini adalah *psudocode* algoritma *Fisher Yates*:

```

for (int i = 0; i < T.Length; i++){
  int n = rand.Next(T.length);
  Swap(ref T[i], ref T[n]);
}

```

Gambar. 6 Psudocode algoritma Fisher Yates

6) *Hitung Hasil*: Hasil yang didapat dari Operator berupa *looping* yang diperoleh dari masing-masing algoritma diatas. Nilai perhitungan dan operator yang memberikan hasil maximal akan ditampilkan.

7) *Record*: Proses record merupakan suatu proses penyimpanan nilai index hasil dari algoritma *Brute Force* dan algoritma *Fisher Yates*. Untuk penerapan algoritma, penulis melakukan pengujian untuk satu dek kartu sebanyak 13x percobaan dan diulang sebanyak 10x mendapatkan hasil seperti pada tabel berikut ini:

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penerapan Algoritma merupakan proses dimana kartu yang diambil dari proses 3 diatas kemudian diterapkan pada operator pada proses 4. Misalkan 4 buah kartu yang diambil adalah A, B, C, D, dan operator yang digunakan adalah + - x, maka menghubungkan kartu dan operator seperti pada persamaan berikut:

$$a \text{ op } b \text{ op } c \text{ op } d$$

Menjadi bentuk : $A + B - C \times D$

A. Hasil Penerapan Algoritma Brute Force

Brute Force mencoba semua operator dari yang pertama sampai yang terakhir, apabila nilai sudah mencapai 24, maka *looping* akan memberikan *return* kartu beserta operatornya. Gambar 7 menampilkan contoh hasil perhitungan yang dilakukan oleh algoritma *Brute Force*.

```

Brute Force = 8h + 7h + 10d + 9h = 34.0
Brute Force = 8h + 7h + 10d - 9h = 16.0
===== 16.0
Brute Force = 8h + 7h + 10d x 9h = 225.0
Brute Force = 8h + 7h + 10d / 9h = 2.0
Brute Force = 8h + 7h - 10d + 9h = 14.0
Brute Force = 8h + 7h - 10d - 9h = -4.0
Brute Force = 8h + 7h - 10d x 9h = 45.0
Brute Force = 8h + 7h - 10d / 9h = 0.0
Brute Force = 8h + 7h x 10d + 9h = 159.0
Brute Force = 8h + 7h x 10d - 9h = 141.0
Brute Force = 8h + 7h x 10d x 9h = 1350.0
Brute Force = 8h + 7h x 10d / 9h = 16.0
Brute Force = 8h + 7h / 10d + 9h = 10.0
Brute Force = 8h + 7h / 10d - 9h = -8.0
Brute Force = 8h + 7h / 10d x 9h = 9.0
Brute Force = 8h + 7h / 10d / 9h = 0.0
Brute Force = 8h - 7h + 10d + 9h = 20.0
===== 20.0

```

Gambar. 7 Hasil perhitungan Brute Force

B. Hasil Penerapan Algoritma Fisher Yates

Fisher Yates mengacak nilai operator yang kemudian dilakukan proses penghubungan kartu dan operator yang sudah diacak oleh algoritma *Fisher Yates*. *Looping* juga akan memberikan *return* kartu beserta operator jika nilai sudah mencapai hasil 24. Gambar 8 menampilkan contoh hasil perhitungan yang dilakukan oleh algoritma *Fisher Yates*.

```

Fisher Yates = 6s + 3s - 8h - 6h = -5.0
Fisher Yates = 6s / 3s - 8h x 6h = -36.0
Fisher Yates = 6s / 3s - 8h / 6h = -1.0
Fisher Yates = 6s / 3s + 8h + 6h = 16.0
===== 16.0
Fisher Yates = 6s / 3s x 8h + 6h = 22.0
===== 22.0
Fisher Yates = 6s + 3s / 8h - 6h = -5.0
Fisher Yates = 6s x 3s / 8h - 6h = 20.0
Fisher Yates = 6s - 3s / 8h - 6h = -6.0
Fisher Yates = 6s - 3s + 8h - 6h = 5.0
Fisher Yates = 6s / 3s + 8h - 6h = 4.0
Fisher Yates = 6s / 3s / 8h + 6h = 6.0
Fisher Yates = 6s + 3s x 8h - 6h = 66.0
Fisher Yates = 6s / 3s / 8h - 6h = -6.0
Fisher Yates = 6s - 3s - 8h / 6h = 0.0
Fisher Yates = 6s x 3s x 8h - 6h = 138.0
Fisher Yates = 6s x 3s - 8h / 6h = 1.0
Fisher Yates = 6s + 3s / 8h + 6h = 7.0
Fisher Yates = 6s / 3s / 8h x 6h = 0.0
Fisher Yates = 6s x 3s + 8h + 6h = 32.0
Fisher Yates = 6s / 3s x 8h / 6h = 2.0

```

Gambar. 8 Hasil perhitungan Fisher Yates

C. Hitung Hasil

Proses hitung hasil merupakan proses program dijalankan dan dilihat hasil dari kedua algoritma tersebut. Tampilan Aplikasi dapat dilihat pada Gambar 9.

Gambar. 9 Tampilan Aplikasi

Dalam satu dek kartu terdapat 52 kartu dan setiap percobaan dibutuhkan 4 kartu. Total babak permainan menjadi 13x permainan.

TABEL I
HASIL RATA-RATA

Algo ritm a	Win / Ide k	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	Rat a- rata
Brut e Forc e	5	2	4	2	3	2	4	4	4	1	3	4	4	5	35.1538
Fish er Yate s	7	1	1	3	4	2	2	5	4	3	1	2	3	3	27.9231

Pada Tabel 1, Data diambil untuk semua babak dan dihitung rata-rata babak dalam satu dek. Dek yang lain dicoba dengan cara yang sama kemudian didapat hasil seperti pada Gambar 10.

Garis berwarna merah merupakan percobaan yang dilakukan oleh FY sedangkan BF berwarna biru. Satu dari sepuluh kali percobaan memberikan hasil BF lebih baik, akan tetapi Sembilan dari sepuluh kali percobaan menghasilkan FY yang lebih baik. Operator yang diacak oleh FY ternyata tidak selalu memberikan solusi yang langsung tepat sasaran. Tidak semua operator memberikan nilai 24, 95% operator memberikan nilai yang kurang dari 24. Algoritma BF selalu memberikan nilai yang berurutan dimulai dari operator yang termudah, yaitu +++ sampai dengan perator terakhir (bagi, bagi, bagi). Operator

terakhir tidak selalu memberikan nilai terbaik bahkan seringkali memberikan nilai yang semakin buruk.

Gambar. 10 Hasil pengujian rata-rata

Dari empat kartu yang diberikan secara random, diasumsikan operator yang memberikan nilai 24 adalah operator yang ke 25, algoritma BF sudah jelas memberikan nilai looping ke 25, akan tetapi algoritma YF tidak selalu memberikan nilai yang kurang dari 25. Sering kali algoritma YF memberikan nilai looping yang lebih dari 25. Dengan demikian YF selalu memberikan nilai looping yang lebih kecil dari pada BF.

IV. KESIMPULAN

Pengujian diatas, penggunaan algoritma *Brute Force* dan *Fisher Yates* mampu menyelesaikan permasalahan dan menemukan solusi yang tepat pada permainan 24. *Brute Force* mampu memberikan solusi yang lebih cepat dari pada *Fisher Yates*.

Operator Data yang dihitung dalam algoritma *Brute Force* pada pengujian ini memberikan 24% lebih cepat dari pada *Fisher Yates*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada civitas akademika STMIK Widya Dharma Pontianak atas segala dukungan yang diberikan kepada penulis untuk melakukan penelitian yang berkenaan dengan penulisan ini, kepada keluarga yang senantiasa mendukung dan kepada teman-teman semua atas semangat dan motivasi yang telah diberikan

REFERENSI

- [1] T. Ann M. (2011). A Closer Look at the 24 Game. International Journal of Applied Science and Technology. Vol.1 No.5; September 2011.
- [2] Sugiharto. Implementasi Algoritma Brute Force Dalam Pencarian Kebudayaan Di Indonesia Berbasis Mobile Application.(2018). Jurnal Buffer Informatika. Volume 4 Nomor 2.
- [3] Azlan, Hafizah, & Tugiono. (2019). Perancangan Aplikasi Terjemahan Sandi Morse Dengan Penerapan Algoritma Brute Force. Sain dan Komputer (SAINTIKOM). Vol. 18, No.2, pp.139-146. P-ISSN: 1978-6603, E-ISSN: 2615-3475.
- [4] G. Chichi Rizka. A. Ihsan, & Munawir. (2018). Optimasi Penyelesaian Permainan Rubik's Cube Menggunakan Algoritma

- IDA dan Brute Force. Jurnal Infomedia. Vol. 3, No. 1. 1 Juni 2018. P-ISSN: 2527-9858, E-ISSN: 2548-1180.
- [5] C. Evita (2016). Makalah IF2211 Strategi Algoritma: Penerapan Algoritma Brute Force pada Permainan Kartu 24 (24 game).
- [6] S. Beki. & A. Dicky. Implementasi Algoritma Fisher Yates Shuffle pada Aplikasi Multimedia Interaktif untuk Pembelajaran Tenses Bahasa Inggris.(2017). Jurnal Infotronik Vol. 2, No.1
- [7] I. Haditama, C. Slamet, dan D. F Rahman., Implementasi Algoritma Fisher-Yates Dan Fuzzy Tsukamoto Dalam Game Kuis Tebak Nada Sunda Berbasis Android. (2016). JOIN Volume 1. No1. Bandung.
- [8] D. Romanus. (2019). Metode Pengacakan Algoritma Fisher Yates Pada Game Edukasi Pengenalan Kosakata Bahasa Inggris. Information System Development (ISD). Vol.4, No. 1 Januari 2019.
- [9] Z. Sofriesilero. & K. Oscar. Introducing an Educational Tool for Learning Branch & Bound Strategy. Journal of Information System Engineering and Business Intelligence Vol 3, No.1, April 2017
- [10] Ermatita & B. Didik. Brute Force Algorithm Implementation on Knowledge Management System Overcoming Heavy Metal of PB and CD in Soil at Palm Oil Plantation. International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology. Vol. (8) issue(2), pp.297-301. Maret 2017.