

## PENERAPAN ALGORITMA FISHER-YATES PADA PENGACAKAN SOAL GAME ARITMATIKA

Ekojono<sup>1</sup>, Dyah Ayu Irawati<sup>2</sup>, dan Lugman Affandi<sup>3</sup>, Anugrah Nur Rahmanto<sup>4</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup> Jurusan Teknologi Inforasi, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

### Abstrak

Belajar Aritmatika dimulai dengan menghafal dan selanjutnya mengerti pada bilangan dasar 10, dengan penambahan pemakaian operator permasalahan menjadi tambah sulit. Pembelajaran aritmatika akan semakin sulit bila angka dasar ditambahkan operator dan penyelesaiannya dibatasi waktu. Pada level ini pembelajaran aritmatika sudah harus hafal dan mengerti serta bisa berfikir cepat. Pembelajaran ini bisa dilakukan diatas kertas dengan sederet soal yang berfariasi dan dibatasi waktu untuk mengerjakannya. Dalam penelitian ini dibuat suatu aplikasi yang dapat mengakomodasi permasalahan diatas, dengan membuat game edukasi aritmatik yang menggunakan algoritma *Fisher-Yates Suffhel*. Dalam pengembangannya menggunakan game 2 dimensi yang bekerja pada sistem operasi android, supaya bisa dimainkan pada smartphone

**Kata Kunci:** *game aritmatika, Android, Algoritma Fisher-Yates Suffhel.*

### 1. PENDAHULUAN

Matematik sudah dipelajari sejak lama dan berkembang hingga sekarang. Permulaan mempelajari aritmatika dilakukan dengan menghafal dan meningkat dengan cara menghafal dan mengerti, mempelajari seperti ini diterapkan pada anak yang baru belajar. Hafalan matematik dilakukan dimulai dari angka 1 sampai 10 dan berkembang dengan menambahkan operator maka pada saat ini sudah bertambah menjadi hafal dan mengerti. Menurut Alim (1995) pengertian mencongak dalam matematika adalah menghitung di luar kepala tanpa menggunakan alat bantu dan langsung menuliskan hasilnya, menurut Maesaroh Itoh 2011. Materi yang digunakan untuk kegiatan mencongak adalah materi yang telah dihafal oleh siswa, dan pelaksanaannya dalam waktu yang relatif singkat. Karena kegiatan mencongak menegangkan bagi siswa. Menurut Chaplin Ability(2010) (kemampuan, kecakapan, ketangkasan, bakat, kesanggupan) merupakan tenaga (daya kekuatan) untuk melakukan suatu perbuatan bisa merupakan kesanggupan bawaan sejak lahir, atau merupakan hasil latihan atau hasil praktek.

Dengan bertambahnya usia biasanya pemahaman tentang angka dan operator menjadi lebih cepat, sehingga cara belajar mereka juga menjadi berbeda. Perbedaan yang mencolok adalah kecepatan dalam mengerjakan bukan benar salahnya atas pemahaman yang dikerjakan, karena hasil yang didapatkan kebanyakan benar bila dilakukan dengan waktu yang cukup. Bila waktu yang dibutuhkan cepat maka kemungkinannya hasilnya akan berbeda.

Soal aritmatika yang digunakan untuk mengerjakan adalah bilangan dasar dan sederhana (1-10) dengan satu operator dan akhirnya jumlah operator

meningkat. Bila ini dikerjakan dengan pelan maka hasilnya benar, tapi bila dikerjakan dalam waktu singkat maka hasilnya akan berbeda. Hasil yang didapatkan adalah benar tapi soal yang dikerjakan tidak semuanya selesai, atau semua soal selesai tapi hasil yang dikerjakan tidak semuanya benar. Model soal diatas dicetak dalam kertas untuk jumlah soal tertentu dengan batasan waktu tertentu untuk mengerjakannya. Dengan perkembangan teknologi, mempelajari aritmatika seperti diatas bisa diterapkan dalam bentuk game. Keluarnya soal bisa dibuat dengan cara acak dan cepat. Metoda acak dilakukan dengan Algoritma Fisher-Yates Suffhel yang diterapkan pada game edukasi aritmatika. Terdapat berbagai macam algoritma pengacak atau shuffling algorithms untuk memberikan teknik pengacakan pada soal sehingga soal yang keluar akan berbeda dan bisa dihasilkan tanpa pengulangan dan duplikasi menurut Nugraha Ryan(Palembang) algoritma untuk pengacakan soal yaitu algoritma Fisher-Yates Shuffle. Menurut Bendersky (2017) Fisher-Yates Shuffle adalah sebuah algoritma untuk menghasilkan suatu permutasi acak dari suatu himpunan terhingga, hasil dari pengacakan algoritma ini memiliki tingkat probabilitas yang sama

### 2. Aritmatika dan Operasinya

Operasi dasar aritmatika adalah penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian, juga termasuk urutan tingkat operator harus diperhatikan.

Penjumlahan (+) adalah salah satu operasi aritmatika dasar. Penjumlahan merupakan penambahan dua bilangan menjadi suatu bilangan yang merupakan jumlah. Penambahan lebih dari dua bilangan dapat dipandang sebagai operasi penambahan berulang, prosedur ini dikenal sebagai

penjumlahan total (*sum* total), yang mencakup juga penambahan dari barisan bilangan tak hingga banyaknya (*infinite*).

Pengurangan (-) adalah lawan dari operasi penjumlahan. Pengurangan mencari ‘perbedaan’ antara dua bilangan A dan B (A-B), hasilnya adalah selisih dari dua bilangan A dan B tersebut. Bila selisih bernilai positif maka nilai A lebih besar daripada B, bila selisih sama dengan nol maka nilai A sama dengan nilai B dan terakhir bila selisih bernilai negatif maka nilai A lebih kecil dari pada nilai B.

Perkalian (\*) pada intinya adalah penjumlahan yang berulang - ulang. Perkalian dua bilangan menghasilkan hasil kali (*product*).

Pembagian (/) adalah lawan dari perkalian. Pembagian dua bilangan A dan B (A/B) akan menghasilkan hasil bagi (*quotient*). Sembarang pembagian dengan bilangan nol (0) tidak didefinisikan. Selanjutnya bila nilai hasil bagi lebih dari satu, berarti nilai A lebih besar dari nilai B, bila hasil bagi sama dengan satu, maka berarti nilai A sama dengan nilai B, dan terakhir bila hasil baginya kurang dari satu maka nilai A kurang dari nilai B.

Angka yang dioperasikan dalam hitungan menggunakan bilangan dasar 10 yang disebut bilangan desimal(0 sampai 9), angka desimal ini yang dipakai dan diajarkan mulai dari anak mulai belajar menghafal sampai dewasa. Menghafal merupakan cara dasar dan cara lama yang dilakukan untuk melakukan belajar tentang angka dan pengoperasiannya, pengoperasian angka ini dan hafalan angka ini biasa disebut mencongak.

Bagian Di dalam mencongak, pertanyaan disampaikan secara lisan, tetapi jawabannya dibuat secara tertulis. Ada kalanya untuk membantu ingatan siswa pertanyaan tidak mutlak secara lisan. Hal ini biasa dilakukan pada soal-soal yang mempergunakan pada bilangan-bilangan yang agak sukar diingat. Soal seperti ini  $1012 + \dots = 1312$  guru akan menuliskan di papan tulis salah satu bilangan atau bahkan kedua bilangan tersebut. Adapun soal-soal yang diberikan pada tes secara mencongak umumnya hanya operasi hitung dan kadang-kadang disertai dengan kalimat-kalimat yang singkat agar mudah diingat oleh siswa. Berbagai faktor dapat mempengaruhi hasil tes secara mencongak. Diantaranya adalah faktor pengamatan, ingatan dan berfikir.

Menurut Alim (1995) pengertian mencongak dalam matematika adalah menghitung di luar kepala tanpa menggunakan alat bantu dan langsung menuliskan hasilnya.

Materi yang digunakan untuk kegiatan mencongak adalah materi yang telah dihafal oleh siswa, dan pelaksanaannya dalam waktu yang relatif singkat. Karena kegiatan mencongak menegangkan bagi siswa, maka janganlah melakukan kegiatan mencongak hampir setiap hari dalam seminggu.

Guru menyampaikan pertanyaan lisan Siswa diminta menuliskan jawabannya di kertas dalam waktu 1,5 menit dan seterusnya sampai pertanyaan kesepuluh. Kemudian kertas jawaban siswa dikumpulkan untuk diperiksa dan setelah diperiksa hasilnya dibagikan kepada siswa. Dengan metode mencongak ini guru agak memaksa siswa untuk melatih ketrampilan berhitung walaupun siswa bosan dengan cara ini

Sesuai dengan perkembangan teknologi latihan berhitung seperti ini bisa menggunakan dalam bentuk permainan(*game*). Game Aritmatika yang menggunakan bilangan dibawah seratus atau bilangan desimal 2 digit, sehingga anak mulai usia kelas 2 SD bisa menggunakan game ini.

Dalam suatu permainan pertanyaan perlu diatur supaya tidak membosankan, pengaturan keluaranya soal dilakukan dengan cara random supaya keluaranya pertanyaan tidak mudah ditebak dan keluar pertanyaan yang sama secara berulang, untuk itu game ini menggunakan algoritma Fisher Yates.

Menurut Vinay Signh (2017) penggunaan algoritma *Fisher-Yates* yang modern oleh Richard Durstenfeld dapat mengurangi kompleksitas algoritma menjadi  $O(n)$ , dibandingkan dengan mengacak menggunakan metode yang lain seperti menggunakan *sorting* yang sangat tidak efisien karena adanya *loop* bersarang. Algoritma *Fisher-Yates* dipilih karena algoritma ini merupakan metode pengacakan yang lebih baik atau dapat dikatakan sesuai untuk pengacakan angka, dengan waktu eksekusi yang cepat serta tidak memerlukan waktu yang lama untuk melakukan suatu pengacakan. Algoritma *Fisher-Yates* terdiri dari dua metode yakni, metode orisinal dan metode modern. Namun dalam pengembangan aplikasi ini algoritma ini diterapkan dengan menggunakan metode modern. Metode modern dipilih karena metode ini memang khusus digunakan untuk pengacakan dengan sistem komputerisasi, dikarenakan hasil pengacakan bisa lebih variatif.

Berikut adalah metode modern pada Tabel 1 yang digunakan untuk menghasilkan suatu permutasi acak untuk angka 1 sampai  $N$  adalah sebagai berikut :

- 1) Tuliskan angka dari 1 sampai  $N$ .
- 2) Pilih sebuah angka acak  $K$  diantara 1 sampai dengan jumlah angka yang belum dicoret.

**Tabel 1 Contoh Pengerjaan Algoritma Fisher-Yates**

Range	Roll	Scratch	Result
		12345678	
1-8	5	1234867	5
1-7	3	127486	3 5
1-6	4	12768	4 3 5
1-5	5	1276	8 4 3 5
1-4	2	167	2 8 4 3 5
1-3	3	16	7 2 8 4 3 5
1-2	1	6	1 7 2 8 4 3 5
Hasil Pengacakan :			6 1 7 2 8 4 3 5

- 3) Dihitung dari bawah, coret angka  $K$  yang belum dicoret, dan tuliskan angka tersebut di lain

tempat.

- 4) Ulangi langkah 2 dan langkah 3 sampai semua angka sudah tercoret.
- 5) Urutan angka yang dituliskan pada langkah 3 adalah permutasi acak dari angka awal.

### 3. Metode Rapid Application Development

Pengembangan aplikasi ini, digunakanlah metodologi (Rapid Application Development ) RAD. ( Rapid Application Development) RAD menggunakan prototype untuk mempercepat suatu analisa kebutuhan dalam desain sistem. Kebutuhan sistem akan berkembang maka perlu pembuatan prototype. Prototype adalah suatu model kerja yang mewakili kebutuhan pemakai atau suatu desain yang diusulkan. (Rapid Application Development) RAD juga disebut sebagai pendekatan spiral, siklus proses pengembangan berulang berkali-kali untuk dapat mencapai tahap pembangunan sistem dalam derajat tingkat kelengkapan dan kompleksitas menurut Pressman (2001).

#### 1. Pemodelan Bisnis.

Pemodelan yang dilakukan untuk memodelkan fungsi guna mengetahui informasi yang terkait, apa saja yang akan dibuat, siapa yang harus membuat, dan bagaimana alur informasi tersebut, berupa mengumpulkan referensi jurnal – jurnal guna kepentingan penerapan algoritma pada aplikasi Belajar Aritmatika melalui Game Android yang dibangun dalam Unity lebih tepatnya Unity sebagai salah satu software untuk mengembangkan video game atau disebut juga game engine.

#### 2. Pemodelan Data.

Memodelkan data, data yang dibutuhkan berdasarkan pemodelan bisnis dan mendefinisikan atribut – atributnya beserta relasinya dengan data – data objek lain. Memodelkan data menggunakan Aliran informasi yg di definisikan sebagai bagian dari fase bussiness modelling disaring ke dalam serangkaian objek data yg dibutuhkan untuk menopang bisnis tersebut. Karakteristik (disebut atribut) masing-masing objek diidentifikasi dan hubungan antara objek-objek tersebut didefinisikan.

#### 3. Pemodelan Proses

Menerapkan fungsi yang telah didefinisikan pada pemodelan data, penentuan fitur yang digunakan, dan melakukan design yang dibuat dengan menerapkan gameplay dan squence diagram. Diagram squence menggambarkan kelakuan objek pada use case dengan mendeskripsikan waktu hidup objek dan message yang dikirimkan dan diterima antar objek. Untuk menggambar diagram squence harus diketahui objek-objek yang terlibat dalam sebuah use case beserta metode-metode yang dimiliki kelas yang diinstansiasi menjadi objek

#### 4. Pembuatan Aplikasi

Tahapan proses membangun aplikasi dengan mengimplementasikan pemodelan proses dan data kedalam bahasa pemrograman bahasa C# dengan menerapkan algoritma Fisher-Yates. Bahasa pemrograman C# merupakan sebuah bahasa pemrograman yang berorientasi objek yang dikembangkan oleh perusahaan Microsoft. Fisher-Yates Shuffle (diambil dari nama Ronald Fisher dan Frank Yates), juga dikenal sebagai Knuth Shuffle adalah sebuah algoritma untuk menghasilkan permutasi acak dari suatu himpunan terhingga, dengan kata lain untuk mengacak suatu himpunan tersebut. Sebuah varian dari shuffle Fisher-Yates, yang dikenal sebagai algoritma Sattolo itu, dapat digunakan untuk menghasilkan siklus acak panjang n sebagai gantinya. Proses dasar dari Fisher-Yates menyeret mirip dengan memilih secara acak tiket bernomor keluar dari cab, atau kartu dari setumpuk.

Menurut Vinay Signh (2014) penggunaan algoritma Fisher-Yates yang modern oleh Richard Durstenfeld dapat mengurangi kompleksitas algoritma menjadi  $O(n)$ , dibandingkan dengan mengacak menggunakan metode yang lain seperti menggunakan sorting yang sangat tidak efisien karena adanya loop bersarang.

Algoritma Fisher-Yates dipilih karena algoritma ini merupakan metode pengacakan yang lebih baik atau dapat dikatakan sesuai untuk pengacakan angka, dengan waktu eksekusi yang cepat serta tidak memerlukan waktu yang lama untuk melakukan suatu pengacakan. Algoritma Fisher-Yates terdiri dari dua metode yakni, metode orisinal dan metode modern. Namun dalam pengembangan aplikasi ini algoritma ini diterapkan dengan menggunakan metode modern. Metode modern dipilih karena metode ini memang khusus digunakan untuk pengacakan dengan sistem komputerisasi, dikarenakan hasil pengacakan bisa lebih variatif.

Berikut adalah metode modern yang digunakan untuk menghasilkan suatu permutasi acak untuk angka 1 sampai N adalah sebagai berikut :

1. Tuliskan angka dari 1 sampai N.
2. Pilih sebuah angka acak K diantara 1 sampai dengan jumlah angka yang belum dicoret.
3. Dihitung dari bawah, coret angka K yang belum dicoret, dan tuliskan angka tersebut di lain tempat.
4. Ulangi langkah 2 dan langkah 3 sampai semua angka sudah tercoret.
5. Urutan angka yang dituliskan pada langkah 3 adalah permutasi acak dari angka awal.

Pada versi modern digunakan sekarang, angka yang terpilih tidak dicoret, tetapi posisinya ditukar dengan angka terakhir dari angka yang belum terpilih. Berikut ini adalah contoh pengerjaan dari versi modern. Range adalah jumlah angka yang belum terpilih, roll adalah angka acak yang terpilih, scratch adalah daftar angka yang belum terpilih, result adalah hasil permutasi yang akan didapatkan.

Tabel 1 Contoh Pengerjaan Algoritma Fisher-Yates Shuffle, Pengacakan suatu hal yang sangat penting dalam pembuatan banyak aplikasi.

5. Pengujian dan Pergantian

Merupakan tahapan proses pengujian aplikasi yang telah dibangun yaitu apakah aplikasi sudah memenuhi kebutuhan awal. Pengujiannya melibatkan verifikasi bahwa setiap unit memenuhi spesifikasinya. Unit program atau program individu diintegrasikan dan diuji sebagai sistem yang lengkap untuk menjamin bahwa persyaratan sistem telah terpenuhi.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengacakan Soal

Pada game ini algoritma Fisher-Yates Shuffle diterapkan pada pengacakan soal, posisi jawaban yang dikeluarkan pada setiap level. Dengan soal yang diacak dengan algoritma Fisher-Yates Shuffle sehingga memiliki urutan yang berbeda dengan sebelumnya, hal ini dilakukan agar soal tidak keluar berulang sehingga user tidak jenuh apabila bermain dikarenakan mendapatkan soal yang sama.

Fisher-Yates Shuffle terdapat beberapa tahap dalam proses pengacakannya. Adapun tahapan tersebut adalah:

- a. Tentukan nilai n
- b. Pilih angka acak (x) dimana  $1 \leq x \leq n$
- c. Tukar posisi (x) dengan angka terakhir pada range 1 – n
- d. Pindahkan angka x ke list array
- e. Atur ulang nilai n, dimana  $n = n - 1$
- f. Jika n masih memenuhi syarat  $n > 0$  maka kembali lakukan proses pilih angka acak (x) dimana  $1 \leq x \leq n$  (proses b)
- g. Jika  $n = 0$  maka pengacakan telah selesai di lakukan

Berikut adalah pengacakan soal dan jawaban untuk game matematik. Yang pertama diacak adalah soal dengan dua operan dan satu operator, masing masing operan A dan B diacak.

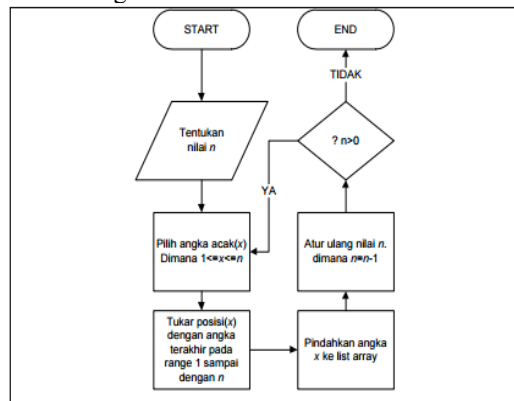
Operan A dan B mempunyai array tersendiri untuk pengacakan, isi dari array variable A dan B adalah angka(operan). Sehingga angka yang dikeluarkan dapat secara acak. Selanjutnya yang diacak adalah jawaban. Pengacakan jawaban adalah posisi jawaban yang diacak dengan kondisi jawaban yang salah di tambah atau dikurang angka tertentu, yaitu dikurang 1, ditambah 1 dan ditambah 2. Hal ini dikarenakan untuk membuat user lebih teliti dengan jawaban yang akan dijawab. Maka array untuk pengacakan jawaban ini adalah {hasil, hasil - 1, hasil +1, hasil +2}.

Dari tahap proses pengacakan Fisher-Yates Shuffle diatas, berikut adalah contoh perhitungan manual pengacakannya. Terdapat array  $n = \{1,2,3,4,5\}$ , hasilnya adalah:

- a. Tentukan nilai n  
 $n = \{1,2,3,4,5,6\}$

- b. Pilih angka acak (x) dimana  $1 \leq x \leq n$   
Misalkan x adalah 4
- c. Tukar posisi (x) dengan angka terakhir pada range 1 – n  
Maka dari  
 $\{1,2,3,4,5\}$  menjadi  $\{1,2,3,5,4\}$
- d. Pindahkan angka x ke list array  
Misalkan  $t = \{4\}$
- e. Atur ulang nilai n, dimana  $n = n - 1$   
Sekarang yang diproses n-1, maka yang diproses hanya  $\{1,2,3,5\}$
- f. Jika n masih memenuhi syarat  $n > 0$  maka kembali lakukan proses pilih angka acak (x) dimana  $1 \leq x \leq n$  (proses b)  
n sekarang adalah  $n - 1, 5 - 1 = 4$   
Misal x adalah 2  
Maka dari  $\{1,2,3,5\}$  menjadi  $\{1,5,3,2\}$   
Maka  $t = \{4,2\}$   
n sekarang adalah  $n - 1, 4 - 1 = 3$   
Misal x adalah 1  
Maka dari  $\{1,5,3\}$  menjadi  $\{3,5,1\}$   
Maka  $t = \{4,2,1\}$   
n sekarang adalah  $n - 1, 3 - 1 = 2$   
Misal x adalah 3  
Maka dari  $\{3,5\}$  menjadi  $\{5,3\}$   
Maka  $t = \{4,2,1,3\}$   
n sekarang adalah  $n - 1, 2 - 1 = 1$   
Maka  $t = \{4,2,1,3,5\}$
- g. Jika  $n = 0$  maka pengacakan telah selesai di lakukan

Meskipun terlihat mudah, namun pada dasarnya jika tidak dilakukan dengan baik maka pengacakan itu dapat berdampak buruk untuk suatu aplikasi. Maka diperlukan sebuah algoritma yang baik terutama dalam hal pengacakan. Dalam hal ini pengacakan menggunakan algoritma Fisher-Yates dapat dijadikan referensi untuk diterapkan dalam sebuah aplikasi yang menggunakan metode pengacakan. Fisher-Yates merupakan cara yang optimal dengan waktu eksekusi yang efisien sedang flowchart dari algoritma Fisher-Yates dapat dilihat pada gambar 4.1, dengan menggunakan algoritma Fisher-Yates maka ruang penyimpanan memori yang tidak terlalu besar (Rizal, 2006). Flowcarch algoritma Fisher-Yates

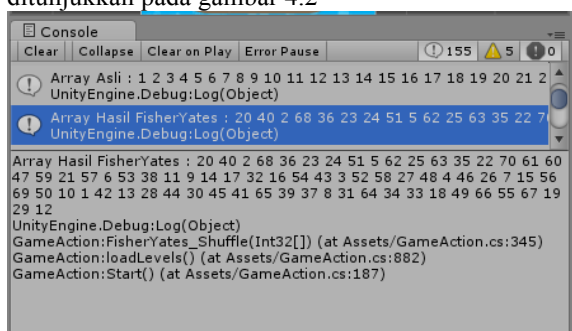


Gambar 1 Algoritma Fisher-Yates

Pada gambar 4.1 Menjelaskan proses operasi algoritma Fisher-Yates, pertama tama menentukan nilai selanjutnya angka acak dipilih dan tukar posisi dengan angka terakhir sampai ke  $n$  sehingga tidak terjadi pengulangan.

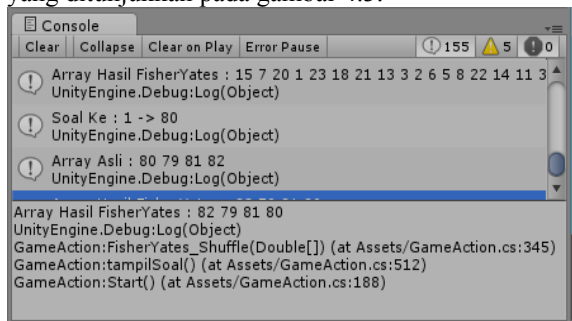
#### 4.2 Pengujian Metode *Fisher-Yates Shuffle*

Untuk menguji metode *Fisher-Yates Shuffle* pengujian hasil metode tersebut ditampilkan pada *console* di Unity sehingga dapat diketahui apakah *array* sudah diacak atau belum. Berikut adalah hasil pengacakan soal yang telah dilakukan yang ditunjukkan pada gambar 4.2



**Gambar 2 Hasil pengacakan soal**

Selanjutnya adalah pengujian pengacakan jawaban. Berikut ini adalah hasil pengacakan untuk jawaban yang ditunjukkan pada gambar 4.3.



**Gambar 3 Hasil pengacakan jawaban**

Proses pengujian Aplikasi *Game* Edukasi Aritmatika Untuk Melatih Ketangkasan/kecepatan berhitung dan operasinya ini telah dibuat aplikasi *game aritmatika*, maka untuk menemukan kekurangan pada sistem, maka dilakukan uji coba pakai aplikasi ke user sehingga dapat diketahui apakah perangkat lunak tersebut telah memenuhi kriteria sesuai tujuan atau tidak. Pada pengujian ini, terdapat beberapa peralatan yang digunakan untuk memastikan bahwa aplikasi telah berjalan sesuai dengan rancangan, diantaranya berjalannya tiap fungsi yang telah dibuat untuk aplikasi. Pengujian pada aplikasi menggunakan metode Black Box. Pengujian metode Black Box adalah pengujian yang dilakukan hanya mengamati hasil eksekusi melalui data uji dan memeriksa fungsional dari perangkat lunak. Uji coba pada Black Box ini

menggunakan Smartphone Android Versi 6.0 (Marshmallow) dan Versi 5.0 (Lollipop) dengan ukuran layar 5 inches resolusi 1280 x 720 pixel dan 5,5 inches resolusi 1080 x 1920 pixel. Hasil dari uji coba mendapatkan secara fungsional mengeluarkan hasil yang sesuai dengan yang diharapkan, namun tidak menutup kemungkinan dapat terjadi kesalahan, pada saat aplikasi digunakan, baik itu kesalahan pada perangkat yang digunakan, kesalahan pengguna, maupun kesalahan-kesalahan lainnya, sehingga membutuhkan proses perawatan dan pengecekan (*maintenance*) untuk menjaga agar aplikasi tetap berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

## 5. KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari pembuatan game Aritmatika berbasis android adalah sebagai berikut :

1. Dalam game ini dipilih soal yang mudah dikerjakan sehingga semua orang yg telah belajar berhitung/aritmatika bisa mengerjakan, hanya saja menjadi penasaran karena ada batasan waktu.
2. Pengacakan menggunakan algoritma *Fisher-Yates Shuffle* berhasil diterapkan di dalam game aritmatika sebagai pengacak soal dan jawaban yang akan muncul dalam setiap permainan dan keluarnya soal tidak berulang

### 5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas maka saran yang diberikan penulis untuk pengembangan *game* ini adalah:

1. *Game* Aritmatika dapat dikembangkan dengan memperbanyak variasi soal dan variasi operasi hitung.
2. Pengembangan selanjutnya algoritma bisa pula dikembangkan dengan algoritma lain yang tentunya sesuai dengan kebutuhan game.

## DAFTAR PUSTAKA:

- Alim (1995). 2010. *Mencongak*. <http://alim.Artikata.Com/arti.361742>.: Diakses 26 Februari 2017
- Bendersky, Eli, 2010, *The Intuition behind Fisher-Yates Shuffling*, <http://eli.thegreenplace.net>, diakses tgl 2 September 2017.
- Chaplin Ability. 2010. <http://chaplinability.ian43.Wordpress.com/2010/2011/12/2emampuan>. Diakses: 26 Februari 2017
- Hurd, Daniel dan Jenuings, Erin. 2009. "Standardized Educational Games Ratings: Suggested Criteria". Karya Tulis Ilmiah.

- Maesaroh Itrah, 2010-2011, *Hubungan Kemampuan Mencongak denagn hasil belajar matematika siswa keas III di SDN Cipurwasri I Tegalwaru Karawang tahun pelajaran*, Skripsi, Universitas Muhamadiyah Prof. Dr. Hamka, Jakara 2011
- Nugraha Ryan , Exridores Edo, Sopryadi Henri *Penerapan Algoritma Fisher-Yates pada Aplikasi The Lost Insect Untuk Pengenalan Jenis Serangga Berbasis Unity 3D* , Stimik Global Informatika MDP, Palembang
- Rizal, Fandi Ahmad. Suyanto, Budi. Yudiantoro, Tri Raharjo 2016. “*Aplikasi Game Edukasi Matematika Dengan Konsep Aritmatika Anak Berbasis Android*”. Jurnal Teknik Elektro Terapan Politeknik Negeri Semarang.
- Sommerville, I. 2008. *Software Engineering*. New Delhi: Pearson Education
- Pressman, Roger, 2001 *Software engineering a practitioner's approach*, McGraw-Hill series in computer science
- Vinaysingh, *Shuffle an array by modern Fisher-Yates method*  
<http://www.vinaysingh.info/fisher-yates-shuffle/> diakses tgl 5 Agustus 2017