



TESIS - EE185401

**PENGELOMPOKAN KEMAMPUAN SISWA
TUNARUNGU DALAM MATEMATIKA DASAR
BERBASIS SIFTEO MENGGUNAKAN K-MEANS**

FEBI NUR SALSABILA
07111550050003

DOSEN PEMBIMBING
Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng.
Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, S.T., M.T.

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN JARINGAN CERDAS MULTIMEDIA
KONSENTRASI TEKNOLOGI PERMAINAN
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI ELEKTRO DAN INFORMATIKA CERDAS
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020



TESIS - EE185401

**PENGELOMPOKAN KEMAMPUAN SISWA
TUNARUNGU DALAM MATEMATIKA DASAR
BERBASIS SIFTEO MENGGUNAKAN K-MEANS**

FEBI NUR SALSABILA
07111550050003

DOSEN PEMBIMBING
PROF. DR. IR. MAURIDHI HERY PURNOMO, M.ENG.
DR. EKO MULYANTO YUNIARNO, S.T., M.T.

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN JARINGAN CERDAS MULTIMEDIA
KONSENTRASI TEKNOLOGI PERMAINAN
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI ELEKTRO DAN INFORMATIKA CERDAS
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

FEBI NUR SALSABILA

NRP: 07111550050003

Tanggal Ujian: 10 Juli 2020

Periode Wisuda: September 2020

Disetujui oleh:

Pembimbing:

1. Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng.
NIP: 195809151986011001

2. Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, S.T., M.T.
NIP: 196806011995121009

Penguji:

1. Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, S.T., M.T.
NIP: 197003131995121001

2. Dr. I Ketut Eddy Purnama, S.T., M.T.
NIP: 196907301995121001

3. Reza Fuad Rachmadi, S.T., M.T., Ph.D.
NIP: 198504032012121001

Kepala Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas



Deddy Candra Riawan, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP: 197311192000031001

Halaman ini sengaja dikosongkan

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi keseluruhan Tesis saya dengan judul **“PENGELOMPOKAN KEMAMPUAN SISWA TUNARUNGU DALAM MATEMATIKA DASAR BERBASIS SIFTEO MENGGUNAKAN K-MEANS”** adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juni 2020



Febi Nur Salsabila

NRP. 07111550050003

Halaman ini sengaja dikosongkan

PENGELOMPOKAN KEMAMPUAN SISWA TUNARUNGU DALAM MATEMATIKA DASAR BERBASIS SIFTEO MENGUNAKAN K-MEANS

Nama mahasiswa : Febi Nur Salsabila
NRP : 07111550050003
Pembimbing : 1. Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M. Eng.
2. Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, S.T., M.T.

ABSTRAK

Tunarungu adalah seseorang yang mengalami kekurangan atau kehilangan kemampuan mendengar baik sebagian atau seluruhnya yang diakibatkan oleh tidak fungsinya sebagian atau seluruh alat pendengaran. Sebagaimana anak lainnya yang mendengar, anak tunarungu membutuhkan pendidikan untuk mengembangkan potensinya secara optimal. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, diperlukan layanan pendidikan yang disesuaikan dengan karakteristik, kemampuan, dan ketidakmampuannya. Salah satu metode pengajaran yang digunakan di Sekolah Luar Biasa (SLB) adalah metode *teacher centered learning* (TCL). Agar guru dapat melaksanakan metode ini, guru terlebih dahulu harus mengetahui kemampuan masing-masing siswa untuk mendapatkan hasil proses belajar mengajar yang maksimal. Untuk itu diperlukan adanya penilaian untuk menentukan kemampuan siswa. Hasil dari penilaian ini dapat digunakan untuk mengukur sejauh mana siswa memahami materi yang diajarkan dan bagian dari materi mana yang belum dipahami agar dapat diulang kembali.

Seiring dengan perkembangan teknologi, metode pembelajaran dan penilaian untuk siswa dapat dimaksimalkan. Salah satunya adalah dengan menggunakan *serious game* yang lebih mengedepankan pembelajaran daripada sekedar hiburan. Penelitian ini menggunakan *game* berbasis Sifteo untuk menguji kemampuan anak tunarungu. Sifteo merupakan mainan digital berbentuk kubus yang digunakan untuk memainkan *game*. Kubus sebesar 1.5 inci dengan *full-color* dan layar sentuh ini dapat berinteraksi dengan pengguna dan sesama balok dengan cara diguncangkan, dimiringkan, diputar, dan didekatkan satu sama lain.

Hasil dari penilaian menggunakan *game* Sifteo digunakan untuk mengelompokkan kemampuan siswa. Pengelompokan menggunakan algoritma *k-means*. Dari tujuh siswa yang memainkan *game* Sifteo yang telah dibuat, terdapat tiga siswa tunarungu yang memiliki kemampuan tinggi, dua siswa berkemampuan sedang dan dua siswa berkemampuan rendah.

Kata kunci: *clustering*, *k-means*, *serious game*, sifteo, tunarungu

Halaman ini sengaja dikosongkan

CLUSTERING DEAF CHILDREN'S ABILITY IN BASIC MATHEMATICS BASED ON SIFTEO USING K-MEANS

By : Febi Nur Salsabila
Student Identity Number : 07111550050003
Supervisors : 1. Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.
Eng.
2. Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, S.T., M.T.

ABSTRACT

Deaf person is someone who has a deficiency or lost its ability to hear, either partially or as a whole due to partial or total damage of its hearing instrument. Like other normal children, children with hearing impairment or deaf disability need education to develop their potential optimally. To meet these needs, there must be a teaching and learning environment that adapt to deaf children's characteristics, abilities, and disabilities. One of the teaching methods used in school for disabled children or SLB is the teacher centered learning (TCL) method. For teacher to implement this method, teacher must first need to know the ability of each student to get the maximum result of the teaching and learning process. For this reason, an assessment is needed to determine students' abilities. The result of this assessment can be used to measure to what extent the student understand the lesson that has been taught and what parts of the lesson the student has not yet understood so it can be repeated.

Along with the technology development, learning and assessment methods for student can be maximized, such as using serious games, that prioritize learning rather than pure entertainment. This study uses Sifteo based games to test the abilities of the deaf children. Sifteo is a cube-shaped digital game that is used to play the game. The 1.5 inch cube has full-colored LCD touch screen that can interact with each other cube by shaking, tilting, rotating, and adjoin it next to each other cube.

The results from assessment using Sifteo game is used to cluster student's ability using k-means algorithm. From seven students who played the game, three deaf students have high ability on basic mathematics, two students have average ability and two other students have low ability.

Key words: clustering, deaf children, k-means, serious game, Sifteo

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah Yang Maha Esa atas segala karunia dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul:

“Pengelompokan Kemampuan Siswa Tunarungu Dalam Matematika Dasar Berbasis Sifteo Menggunakan K-Means”.

Dalam pelaksanaan dan pembuatan tesis ini tentunya sangat banyak bantuan yang penulis terima dari berbagai pihak, tanpa mengurangi rasa hormat penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik.
2. Ayahanda Mochamad Fadilah, Ibunda Ida Rusdiawati, Kakak Fathia Rizkiani, Abang Reza Mochamad Fauzan, Kakak Ipar Yudi Patriawan Yasin dan keponakan - keponakan tercinta Yuta Izzul Shahih dan Danish Afa Kinaan yang senantiasa memberikan penulis semangat dan dukungan selama pengerjaan tesis ini.
3. Bapak Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, S.T., M.T., Bapak Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng., dan Ibu Dr. Umi Laili Yuhana S.Kom., M.Sc. sebagai pembimbing yang telah bersedia dan dengan sabar meluangkan waktu untuk memberikan ilmu dan bimbingan selama proses pengerjaan tesis ini.
4. Bapak Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, S.T., M.T., Bapak Dr. I Ketut Eddy Purnama, S.T., M.T., dan Bapak Reza Fuad Rachmadi, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan kritik untuk perbaikan penyelesaian tesis ini.
5. Sahabat terbaik penulis Nabilah dan Leanna Oh yang selalu memberikan dukungan dan semangat bagi penulis.
6. Rekan - rekan mahasiswa S2 Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas, Mas Dhanu dan Mas Rohman, juga rekan - rekan mahasiswa S2 bidang keahlian Jaringan Cerdas Multimedia konsentrasi Gametech

yaitu Remy, Mas Ongko, dan Mas Farid yang menjadi teman seperjuangan penulis.

7. BTS yang menjadi penyemangat penulis.

Penulis berharap semoga apa yang ada di buku tesis ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan serta dapat memberikan inspirasi bagi pembaca.

Surabaya, Juni 2020

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS.....	v
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	vii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pengertian Tunarungu.....	5
2.1.1 Klasifikasi Anak Tunarungu.....	7
2.2 <i>Serious Game</i>	8
2.3 Sifteo.....	9
2.4 Kompetensi Dasar.....	10
2.5 <i>Clustering</i>	11
2.5.1 <i>Hierarchical clustering</i>	11
2.5.2 <i>Partition-based clustering</i>	11
2.6 Metode Elbow.....	13
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Kegiatan Penelitian.....	15
3.2 Penentuan Kompetensi Dasar.....	16
3.3 Spesifikasi Pemain.....	17

3.4	Rancangan <i>Game</i>	17
3.4.1	Rancangan Soal.....	17
3.4.2	Rancangan Aturan <i>Game</i>	17
3.5	Pengelompokan Data	19
3.6	Analisis Jumlah <i>Cluster</i>	20
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		21
4.1	Hasil Pengembangan <i>Prototype Game</i>	21
4.2	Pengambilan Data	24
4.3	Pengelompokan Data	25
BAB 5 KESIMPULAN DAN PENELITIAN SELANJUTNYA		33
5.1	Kesimpulan	33
5.2	Penelitian Selanjutnya.....	33
DAFTAR PUSTAKA		35
LAMPIRAN.....		37
BIODATA PENULIS		39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Satu Paket Sifteo	9
Gambar 2.2. Cara pengoperasian Sifteo.....	10
Gambar 3.1. Alur kegiatan penelitian	15
Gambar 3.2. Alur <i>game</i> pada Sifteo.....	18
Gambar 3.3. Alur algoritma <i>k-means</i>	20
Gambar 4.1. Tampilan awal <i>game</i>	22
Gambar 4.2. Tampilan soal beserta pilihan jawaban (1).....	22
Gambar 4.3. Tampilan soal beserta pilihan jawaban (2).....	22
Gambar 4.4. Tampilan saat pilihan jawaban benar	23
Gambar 4.5. Tampilan saat pilihan jawaban salah.....	23
Gambar 4.6. Tampilan log yang ditampilkan saat <i>game</i> dimainkan.....	23
Gambar 4.7. Tampilan akhir log yang menampilkan waktu	24
Gambar 4.8. Tampilan skor akhir	24
Gambar 4.9. Grafik data dan hasil <i>clustering</i>	27
Gambar 4.10. Grafik garis hasil perhitungan SSE	31

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Capaian pembelajaran yang digunakan.....	16
Tabel 3.2. Pembagian soal terhadap CP.....	17
Tabel 4.1. Hasil jawaban siswa.....	25
Tabel 4.2. Hasil skor dan total waktu pengerjaan.....	25
Tabel 4.3. <i>Centroid</i> awal untuk iterasi pertama.....	25
Tabel 4.4. Hasil perhitungan <i>k-means</i> iterasi pertama.....	26
Tabel 4.5. <i>Centroid</i> untuk iterasi kedua.....	26
Tabel 4.6. Hasil perhitungan <i>k-means</i> iterasi kedua.....	27
Tabel 4.7. <i>Centroid</i> untuk <i>clustering</i> data CP1.....	28
Tabel 4.8. Hasil <i>clustering</i> data untuk CP1.....	28
Tabel 4.9. <i>Centroid</i> untuk <i>clustering</i> data CP2.....	28
Tabel 4.10. Hasil <i>clustering</i> data untuk CP2.....	28
Tabel 4.11. <i>Centroid</i> untuk <i>clustering</i> data CP3.....	29
Tabel 4.12. Hasil <i>clustering</i> data untuk CP3 Iterasi 1.....	29
Tabel 4.13. <i>Centroid</i> untuk <i>clustering</i> data CP3 Iterasi 2.....	29
Tabel 4.14. Hasil <i>clustering</i> data untuk CP3 Iterasi 2.....	29
Tabel 4.15. Hasil perhitungan jarak ke <i>centroid</i> terdekat dan SSE tiap <i>cluster</i>	30

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, pendidikan merupakan proses perubahan sikap dan tata laku seseorang atau kelompok orang dalam usaha mendewasakan manusia melalui upaya pengajaran dan pelatihan; proses, cara, perbuatan mendidik. Pendidikan sering terjadi di bawah bimbingan orang lain, tetapi juga memungkinkan secara otodidak. Pendidikan menjadi hal yang sangat penting bagi generasi muda demi masa depan bangsa. Dalam Undang Undang Dasar 1945 pasal 31 ayat 1 dan Undang-Undang Nomor 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional bab IV pasal 5 ayat 1 dinyatakan bahwa setiap warganegara mempunyai hak yang sama untuk memperoleh pendidikan yang bermutu. Warganegara yang memiliki kelainan fisik, emosional, mental, intelektual dan/atau sosial berhak memperoleh pendidikan khusus. Hal ini menunjukkan bahwa semua warganegara berhak mendapatkan pendidikan tanpa terkecuali, bahkan untuk warganegara yang menyandang disabilitas sekalipun.

Murni Winarsih menyatakan tunarungu adalah seseorang yang mengalami kekurangan atau kehilangan kemampuan mendengar baik sebagian atau seluruhnya yang diakibatkan oleh tidak fungsinya sebagian atau seluruh alat pendengaran, sehingga anak tersebut tidak dapat menggunakan alat pendengarannya dalam kehidupan sehari-hari (Winarsih, 2007). Hal tersebut berdampak terhadap kehidupannya secara kompleks terutama pada kemampuan berbahasa sebagai alat komunikasi yang sangat penting. Gangguan mendengar yang dialami anak tunarungu menyebabkan terhambatnya perkembangan bahasa anak, karena perkembangan tersebut, sangat penting untuk berkomunikasi dengan orang lain. Berkomunikasi dengan orang lain membutuhkan bahasa dengan artikulasi atau ucapan yang jelas sehingga pesan yang akan disampaikan dapat tersampaikan dengan baik dan mempunyai satu makna, sehingga tidak ada salah tafsir makna yang dikomunikasikan.

Sebagaimana anak lainnya yang mendengar, anak tunarungu membutuhkan pendidikan untuk mengembangkan potensinya secara optimal. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, diperlukan layanan pendidikan yang disesuaikan dengan karakteristik, kemampuan, dan ketidakmampuannya. Cruickshank mengemukakan bahwa anak tunarungu seringkali memperlihatkan keterlambatan dalam belajar dan kadang-kadang tampak terbelakang (Cruickshank, 1980). Kondisi ini tidak hanya disebabkan oleh derajat gangguan pendengaran yang dialami oleh anak, melainkan juga tergantung kepada potensi kecerdasan yang dimilikinya. Rangsangan mental serta dorongan dari lingkungan sekitar dapat memberikan kesempatan bagi anak tunarungu untuk mengembangkan kecerdasannya. Pintner (Efendi, 2008), seorang psikolog yang bekerja pada lembaga pendidikan anak tunarungu mengemukakan, bahwa anak tunarungu hanya dapat menunjukkan kemampuan dalam bidang motorik dan mekanik, serta intelegensi konkret, tetapi memiliki keterbatasan dalam intelegensi verbal dan kemampuan akademik.

Anak tunarungu berusaha memahami segala sesuatunya melalui penglihatan, yakni mengalihkan pengamatannya kepada mata, oleh karena itu anak tunarungu sering disebut “anak visual”, melalui mata anak tunarungu memahami bahasa lisan atau oral, selain melihat gerakan dan ekspresi wajah lawan bicaranya mata anak tunarungu juga digunakan untuk membaca gerak bibir orang yang berbicara (Somad & Hermawati, 1995).

Salah satu metode pengajaran yang digunakan di Sekolah Luar Biasa (SLB) adalah metode *teacher centered learning* (TCL). Harden dan Crosby (2000) dalam tulisan O'Neill dan McMahon menyebutkan bahwa *teacher centered learning* (TCL) adalah sebuah paradigma atau pendekatan dalam dunia pendidikan di mana guru selaku pakar di bidangnya memfokuskan diri untuk menyampaikan ilmu pengetahuan yang ia miliki kepada siswa-siswanya selaku orang awam (*novice*) (O'Neill & McMahon, 2005). Dalam pembelajaran di SLB, dibutuhkan guru khusus untuk membimbing dan mengajari siswa tunarungu dalam melakukan proses belajar mengajar. Agar guru dapat melaksanakan metode ini, guru terlebih dahulu harus mengetahui kemampuan masing-masing siswa untuk mendapatkan hasil proses belajar mengajar yang maksimal. Untuk itu

diperlukan adanya penilaian untuk menentukan kemampuan siswa. Hasil dari penilaian ini dapat digunakan untuk mengukur sejauh mana siswa memahami materi yang diajarkan dan bagian dari materi mana yang belum dipahami agar dapat diulang kembali.

Seiring dengan perkembangan teknologi, metode pembelajaran untuk siswa dapat dimaksimalkan. Salah satunya adalah dengan menggunakan *serious game* yang lebih mengedepankan pembelajaran daripada sekedar hiburan. Kata *serious* merujuk pada *game* yang digunakan oleh industri seperti pertahanan, pendidikan, eksplorasi ilmiah, kesehatan, manajemen darurat, perencanaan kota, rekayasa, dan politik. Tujuan utama dari *serious game* dapat berupa melatih atau mendidik pemain tentang sebuah topik.

Penelitian ini menggunakan *game* berbasis Sifteo untuk menguji kemampuan anak tunarungu. Sifteo merupakan mainan digital berbentuk kubus yang digunakan untuk memainkan *game*. Kubus sebesar 1.5 inci dengan *full-color* dan layar sentuh ini dapat berinteraksi dengan pengguna dan sesama balok dengan cara diguncangkan, dimiringkan, diputar, dan didekatkan satu sama lain. Dengan desainnya yang kecil dan penuh warna, anak tunarungu dapat lebih fokus dan tertarik dalam memainkan *game* pada Sifteo.

Hasil dari penilaian ini digunakan untuk mengelompokkan kemampuan siswa. Pengelompokan kemampuan siswa bertujuan untuk memudahkan pemberian materi dari guru sesuai dengan kemampuan masing - masing siswa.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam proses pembelajaran bagi siswa SLB khususnya anak tunarungu, jumlah guru khusus yang terbatas dan siswa yang tidak terbuka dalam proses belajar mengajar mengakibatkan proses belajar mengajar yang tidak maksimal. Karena keterbatasan anak tunarungu dalam berkomunikasi, sulit bagi guru untuk memahami kebutuhan dan kemampuan siswanya. Dibutuhkan alat alternatif yang efektif yang dapat membantu tugas guru untuk membantu penilaian kemampuan siswa dalam memahami materi. Dari hasil penilaian kemudian dibutuhkan pengelompokan sesuai dengan kemampuan siswa, agar dapat diketahui siswa mana saja yang belum memahami materi yang telah diajarkan. Dari masalah

tersebut, penelitian ini mengusulkan untuk menggunakan *serious game* berbasis Sifteo dalam mengetes siswa mengenai kemampuannya dalam matematika dasar, yang hasil dari penilaiannya dapat dikelompokkan menggunakan metode *clustering*.

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengembangkan *prototype serious game* berbasis Sifteo sebagai alat alternatif penguji kemampuan matematika anak tunarungu, untuk menilai sejauh mana siswa memahami materi yang diajarkan sesuai dengan kompetensi dasar mata pelajaran matematika.
2. Mengelompokkan kemampuan siswa sesuai tunarungu dengan kemampuan matematika dasarnya.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini menggunakan *game* berbasis Sifteo sebagai alat penguji kemampuan matematika dasar pengguna. Soal yang diujikan menggunakan kompetensi dasar yang dipakai siswa kelas satu sekolah dasar di Indonesia, yaitu menggunakan kompetensi pengenalan bilangan, pengurutan bilangan, penjumlahan dan pengurangan satu angka dengan hasil satu angka.

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Tunarungu

Kelainan pendengaran atau anak tunarungu dalam percakapan sehari-hari dimasyarakat awam sering diasumsikan sebagai orang tidak mendengar sama sekali atau tuli. Hal ini disebabkan oleh anggapan bahwa kelainan dalam aspek pendengaran dapat mengurangi fungsi pendengaran. Namun demikian, perlu dipahami bahwa kelainan pendengaran dilihat dari derajat ketajanya untuk mendengar dapat dikelompokkan dalam beberapa jenjang. Asumsinya, makin berat kelainan pendengaran berarti semakin besar intensitas kekurangan ketajaman pendengarannya (*hearing loss*).

Istilah tunarungu diambil dari kata “tuna” dan “rungu”. Tuna artinya kurang dan runggu artinya pendengaran. Orang atau anak dikatakan tunarungu apabila ia tidak mampu mendengar atau kurang mampu mendengar suara.

Menilik dari kurun waktu terjadinya ketunarunguan, Dikutip oleh Soemantri, Kirk (1970) mengemukakan bahwa anak yang lahir dengan kelainan pendengaran atau kehilangan pendengarannya pada masa kanak-kanak sebelum bahasa dan bicaranya terbentuk, kondisi anak yang demikian disebut anak tunarungu pre-lingual (Soemantri, 2012). Jenjang ketunarunguan yang dibawa sejak lahir atau diperoleh pada masa kanak sebelum bahasa dan bicaranya terbentuk ada kecenderunga termasuk dalam kategori tunarungu berat. Sedangkan anak lahir dalam keadaan normal, namun setelah mencapai usia dimana anak sudah memahami suatu percakapan tiba-tiba mengalami kehilangan ketajaman pendengaran, kondisi anak yang demikian disebut post lingual. Jenjang ketunarunguan yang diperoleh setelah anak mengalami percakapan atau bahasa dan bicaranya sudah terbentuk ada kecenderungan termasuk dalam kategori sedang atau ringan.

Menurut Donald F. Moores yang dikutip oleh Somad dan Hermawanti (Somad & Hermawati, 1995), orang tuli adalah seseorang yang kehilangan kemampuan mendengar pada tingkat 70 dB ISO atau lebih sehingga ia tidak dapat

mengerti pembicaraan orang lain melalui pendengarannya sendiri, tanpa atau menggunakan alat bantu mendengar. Orang kurang dengar adalah seseorang yang kehilangan kemampuan mendengar pada tingkat 35 dB sampai 69 dB ISO sehingga ia mengalami kesulitan untuk mengerti pembicaraan orang lain melalui pendengarannya sendiri, tanpa atau dengan alat bantu mendengar.

Anak tunarungu mengalami hambatan dalam perkembangan bahasa atau alat bicaranya sebagai akibat kerusakan atau tidak berfungsinya seluruh alat pendengarannya. Mereka memiliki keterbatasan perbendaharaan kata-kata sehingga mengalami kesulitan dalam mengekspresikan diri melalui bahasa, baik dalam berkomunikasi lisan maupun tulisan.

Proses belajar mengajar adalah proses komunikasi, apabila proses komunikasi terganggu maka proses belajar mengajar juga terganggu. Ketunarunguan membawa implikasi terhadap hal-hal yang khas dan kompleks. Sehingga mempengaruhi komunikasi dan aspek-aspek yang menunjang perkembangan kemampuan akademik atau prestasi belajar anak tunarungu.

Anak tunarungu adalah seseorang yang mengalami kekurangan atau kehilangan kemampuan mendengar, baik sebagian atau seluruhnya yang diakibatkan tidak berfungsinya sebagian atau seluruh alat pendengaran, sehingga ia tidak dapat menggunakan alat pendengarannya dalam kehidupan sehari-hari yang membawa dampak terhadap kehidupannya secara kompleks (Somad & Hermawati, 1995).

Pendapat Frurth (1971) dan Vernon (1967) menyatakan bahwa anak tunarungu dapat melakukan proses berfikir konseptual yang sama dengan mereka yang tergolong mendengar dalam tugas-tugas yang tidak tergantung pada bahasa (Wagino, 2005).

Bakwin mengatakan nilai anak tunarungu pada test mental yang bersifat verbal menunjukkan hasil yang lebih rendah dibanding dengan anak normal pendengaran tetapi pada tes non verbal mendekati hasil yang sama (Wagino, 2005).

Dengan memperhatikan potensi dasar yang dimiliki anak tunarungu, fenomena kurang berhasilnya mereka secara akademik di sekolah khususnya pada tingkat prestasi belajar bukan semata-mata bersumber dari kemampuan dasar

mereka, melainkan lebih disebabkan oleh faktor di luar diri anak, misalnya faktor kurangnya media pembelajaran, metode pembelajaran serta kondisi dan situasi pada saat proses belajar mengajar berlangsung.

2.1.1 Klasifikasi Anak Tunarungu

Ketajaman pendengaran seseorang diukur dan dinyatakan dalam satuan bunyi decibel (disingkat DB). Penggunaan satuan tersebut untuk membantu dalam interpretasi hasil tes pendengaran dan mengelompokan dalam jenjangnya.

Menurut kaidah hasil yang diberlakukan dalam tes pendengaran "seseorang dikategorikan normal pendengarannya apabila hasil tes pendengarannya dinyatakan dengan angka 0 dB". Kondisi hasil tes pendengaran yang menunjukkan angka "0" mutlak disebut jarang atau hampir tidak ada, sebab derajat minimum setiap orang yang masih ditemui kehilangan ketajaman pendengarannya. Oleh sebab itu, berdasarkan nilai toleransi ambang batas, "seseorang yang kehilangan ketajaman pendengaran sampai 0-20 dB masih dianggap normal" sebab pada kenyataan orang kehilangan pendengaran pada gradasi sampai 20 dB tidak menunjukkan kekurangan berarti. Orang yang kehilangan ketajaman pendengaran sampai batas tersebut masih dapat merespon macamm peristiwa bunyi atau percakapan secara normal.

Berdasarkan kriteria *International Standart Organization* (ISO) klasifikasi anak kehilangan pendengaran atau tunarungu dapat dikelompokan menjadi kelompok tuli (*deafness*) dan kelompok lemah pedengaran (*hard of learning*) (Moores, 1987). Seseorang dikategorikan tuli (tunarungu berat) jika ia kehilangan kemampuan mendengar 70 dB atau lebih menurut ISO sehingga ia akan mengalami kesulitan untuk mengerti atau memahami pembicaraan orang lain walaupun menggunakan alat bantu dengar ataupun tanpa menggunakan alat bantu dengar (hearing aid). Sedangkan kategori lemah pendengaran, seseorang dikatakan lemah pendengaran jika ia kehilangann kemampuan mendengar antara 35-69 dB menurut ISO sehingga mengalami kesulitan mendengar suara orang lain secara wajar, namun tidak terhalang untuk mengerti atau mmencoba memahami bicara orang lain dengan menggunakan alat bantu dengar.

Ditinjau dari kepentingan tujuan pendidikannya, secara rinci anak tunarungu dapat dikelompokan sebagai berikut:

1. Anak tunarungu yang kehilangan pendengaran antara 20-30 dB (*slight losses*)
2. Anak tunarungu yang kehilangan pendengaran antara 0-40 dB (*mild losses*)
3. Anak tunarungu yang kehilangan pendengaran antara 40-60 dB (*moderate losses*)
4. Anak tunarungu yang kehilangan pendengaran antara 60-75 dB (*severe losses*)
5. Anak tunarungu yang kehilangan pendengaran 75 dB keatas (*profundly losses*)

2.2 *Serious Game*

Serious Game adalah sebuah *game* yang dibangun untuk tujuan *non-entertainment*. *Game* pada umumnya bertujuan sebagai bagian dari media hiburan. Penelitian seputar *serious game* secara nyata baru dimulai sekitar tahun 2002. Sebenarnya sejumlah peneliti diakhir tahun 1990 sudah mulai memberikan sejumlah pendapatnya seputar kemungkinan penggunaan *game* untuk tujuan yang lain. Barulah pada tahun 2002, salah satu institusi yaitu Woodrow Wilson International Center melakukan launching "*Serious Games Initiative*" khususnya untuk pengembangan *game* dengan tujuan pada bidang kebijakan dan manajemen. Pada tahun-tahun berikutnya tujuannya diperluas pada bidang sosial serta kesehatan.

Serious game adalah suatu konsep *game* dengan tujuan untuk kepentingan *training*, *advertising*, simulasi, dan edukasi. Implementasinya, *serious game* ini bisa diterapkan untuk berbagai tingkatan usia serta dengan berbagai genre dan teknologi *game*.

Inti utama dari tujuan *serious game* adalah menumbuhkan, mengedukasi, dan memotivasi pemain untuk satu tujuan tertentu.. Tujuan lain bisa juga untuk kepentingan *marketing* dan *advertising*. Di Amerika sendiri, *serious game* ini banyak diterapkan di kalangan pemerintahan serta para profesional kesehatan.

2.3 Sifteo

Sifteo merupakan mainan digital berbentuk kubus yang digunakan untuk bermain *game* yang ditujukan untuk Sifteo. Sifteo bertujuan untuk mengkombinasikan fleksibilitas video *games* dan juga kemudahan bermain *board games*.

Berbagai *game* yang tersedia untuk kubus Sifteo, kebanyakan dibuat oleh Sifteo. *Game* Sifteo didesain untuk menyenangkan sekaligus mendorong perkembangan ketrampilan berpikir, seperti penalaran spasial, strategi, kolaborasi, dan pengenalan pola. Kebanyakan *game* dalam Sifteo menargetkan pemain pada usia tujuh tahun keatas.

Setiap kubus Sifteo merupakan kubus selebar 1.5 inci yang dapat ditekan, layar *full color* LCD, beberapa varian dari sensor gerak dan menggunakan baterai sebagai sumber dayanya. Spesifikasi dari kubus Sifteo adalah sebagai berikut: 32-bit ARM CPU, 128 x 128 *color* TFT LCD, 3-axis *accelerometer*, 8MB Flash, 2.4 GHz *wireless radio*, *proprietary near-field object sensing technology*.

Kubus Sifteo dilengkapi dengan sensor *accelerometer*, *proximity*, *touch screen LCD*, dan perangkat nirkabel. Sifteo terdiri dari tiga kubus dan satu balok yang berfungsi sebagai server yang berguna untuk mengendalikan, menyalakan, mematikan, dan menghentikan permainan pada Sifteo. Pada kubus server ini juga terdapat *port* usb yang dapat digunakan untuk memasukkan *game* ke Sifteo dari PC, menghapus *game* yang berada dalam kubus server Sifteo, sampai mengatur *log* dari *game* yang dimainkan. Gambar 2.1 merupakan penampakan dari satu set Sifteo.



Gambar 2.1. Satu Paket Sifteo



Gambar 2.2. Cara pengoperasian Sifteo

Masing-masing kubus Sifteo dapat berinteraksi satu sama lain saat didekatkan satu sama lain. Selain itu setiap permukaan kubus Sifteo merupakan *touch screen* sehingga layar dapat disentuh atau ditekan. Kubus Sifteo juga dapat digoyang (*shake*), dimiringkan (*tilt*), dan dibalik (*flip*). Secara visual, pengoperasian Sifteo dapat dilihat pada gambar 2.2.

Dalam pengembangannya, Sifteo menggunakan bahasa pemrograman C++. Sifteo menyediakan *Software Development Kit* (SDK) yang didalamnya terdapat *siftulator*, emulator untuk *game* Sifteo, dokumen panduan bertipe pdf, sampai *tool* untuk menginstal aplikasi ke dalam kubus Sifteo.

2.4 Kompetensi Dasar

Kompetensi merupakan perpaduan dari pengetahuan, keterampilan nilai dan sikap yang direfleksikan dalam kebiasaan berfikir dan bertindak (Mulyasa, 2002). Dalam hal ini kompetensi diartikan sebagai pengetahuan, ketrampilan dan kemampuan yang dikuasai oleh seseorang yang telah menjadi bagian dari dirinya, sehingga ia dapat melakukan perilaku kognitif, afektif, dan psikomotorik dengan sebaik-baiknya. Hal ini menunjukkan bahwa kompetensi mencakup tugas, ketrampilan, sikap dan apresiasi yang harus dimiliki oleh peserta didik untuk dapat melaksanakan tugas-tugas pembelajaran sesuai dengan jenis pekerjaan tertentu.

Kompetensi Dasar adalah pengetahuan, ketrampilan dan sikap minimal yang harus dikuasai oleh peserta didik dalam penguasaan materi pelajaran yang diberikan dalam kelas pada jenjang pendidikan tertentu. Juga merupakan perincian atau penjabaran lebih lanjut dari standar kompetensi. Adapun penempatan komponen Kompetensi Dasar dalam silabus sangat penting, hal ini

berguna untuk mengingatkan para guru seberapa jauh tuntutan target kompetensi yang harus dicapainya.

2.5 Clustering

Clustering adalah proses untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa kelompok sehingga data dalam kelompok yang sama memiliki karakteristik yang sama dan data antar kelompok berbeda memiliki karakteristik yang berbeda. Perbedaan dan persamaan berdasarkan nilai atribut dari data dan perhitungan jarak. *Clustering* merupakan *unsupervised classification*, karena sifatnya yang mempelajari data untuk menemukan informasi. Algoritma *clustering* memproses data dan mencari kelompok yang sesuai dengan karakteristik data. *Clustering* juga dikenal sebagai data segmentasi karena mempartisi banyak *dataset* ke dalam banyak kelompok berdasarkan kesamaannya. Terdapat dua pendekatan utama dalam metode *clustering*, yaitu pendekatan *partition-based clustering* dan *hierarchical clustering*.

2.5.1 Hierarchical clustering

Pendekatan ini mengelompokkan data dengan membuat suatu hirarki berupa dendogram dimana data yang mirip akan ditempatkan pada hirarki yang berdekatan dan yang tidak pada hirarki yang berjauhan. Ada dua metode yang sering diterapkan yaitu *agglomerative hierarchical clustering*, dimana proses pengelompokan dilakukan dari n (jumlah data) *cluster* menjadi satu kesatuan *cluster*, dan *divisive hierarchical clustering* yang merupakan metode sebaliknya, dimana proses pengelompokan dilakukan dari satu *cluster* menjadi n *cluster*. Hasil dari *hierarchical clustering* digambarkan dalam bentuk *binary tree* ataupun dendogram, dimana *root* merupakan keseluruhan dataset dan tiap cabang merupakan *data point*, *clustering* akhir dapat diperoleh dari pemotongan dendogram pada level - level yang sesuai.

2.5.2 Partition-based clustering

Pengelompokan dengan pendekatan *partition-based clustering* mengelompokkan data dengan memilah-milah data yang dianalisa ke dalam

cluster - cluster yang ada. Pada metode *partition - based clustering* setiap kelompok memiliki titik pusat *cluster (centroid)*. Pendekatan ini memiliki tujuan meminimumkan jarak (*dissimilarity*) dari seluruh data ke pusat *cluster* masing-masing. Salah satu contoh metode ini adalah *k-means clustering*. Metode inilah yang akan dipakai dalam penelitian ini.

2.5.2.1 K-means clustering

K-means merupakan metode analisis kelompok dimana setiap obyek dimiliki oleh sebuah kelompok dengan *mean* (rata-rata). Metode ini mencari pusat kelompok (*centroid*) dalam data sebanyak iterasi perbaikan yang dilakukan. *Clustering* menggunakan metode ini menggunakan algoritma sebagai berikut:

1. Menentukan jumlah *cluster* k .
2. Menginisialisasi pusat *cluster* awal (c) dengan cara mengambil data acak sebanyak jumlah *cluster* sebagai pusat *cluster* awal.
3. Mengalokasikan semua data ke *cluster* terdekat. Pengalokasian ini dilakukan dengan cara menghitung jarak setiap data (x) ke pusat *cluster* (c) dengan menggunakan persamaan *Euclidean* (2.1)

$$d_{ik} = \sqrt{\sum_j^m (x_{ij} - c_{kj})^2} \quad (2.1)$$

dimana:

d_{ik} : jarak data ke i ke pusat *cluster* k

m : jumlah atribut

lalu dilanjutkan dengan mengalokasikan data berdasarkan jarak yang paling pendek.

4. Memperbarui pusat *cluster* masing - masing *cluster* dengan menggunakan rata-rata (*mean*) masing - masing *cluster* dengan persamaan 2.2

$$c_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij}}{p} \quad (2.2)$$

dengan:

n : jumlah data dalam *cluster* k

x_{ij} : \in *cluster* k

p : banyaknya anggota *cluster* k

5. Kembali ke langkah 3 hingga tidak ada lagi data yang berpindah ke *cluster* yang lain.

2.6 Metode Elbow

Metode *elbow* adalah metode untuk menentukan jumlah *cluster* dalam suatu *dataset*. Metode ini menjalankan *k-means clustering* pada suatu *dataset* dengan rentang nilai k , dan untuk setiap nilai k menghitung *sum of squared errors* (SSE). Kemudian membuat grafik garis berdasarkan SSE dari setiap nilai k . Apabila terlihat seperti lengan, maka siku (*elbow*) pada lengan merupakan nilai k yang terbaik. Ide dari metode *elbow* adalah menginginkan nilai SSE yang kecil namun tetap optimal. Nilai SSE dapat dihitung dengan persamaan 2.3.

$$SSE = \sum_{k=1}^k \sum_{x_i \in k} d(x_i, c_k)^2 \quad (2.3)$$

dimana

k : jumlah *cluster*

$x_i \in k$: data poin anggota *cluster* k

d : jarak terdekat masing - masing *cluster* k .

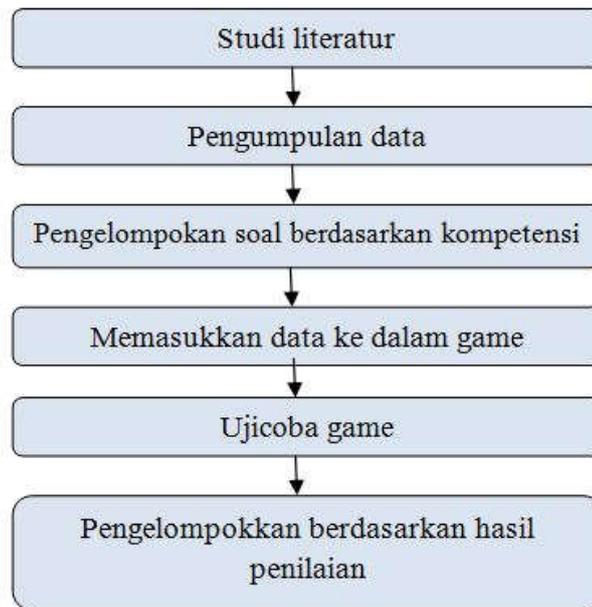
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Kegiatan Penelitian

Agar penelitian dapat terkendali, maka dibuat alur kegiatan penelitian. Gambar 3.1 menunjukkan alur kegiatan penelitian.



Gambar 3.1. Alur kegiatan penelitian

Langkah pertama dalam kegiatan penelitian ini adalah studi literatur. Studi literatur disini ditujukan untuk mempelajari Sifteo, bagaimana cara mengoperasikannya dan bagaimana cara mengembangkannya. Selain itu juga mempelajari kompetensi apa saja yang digunakan dalam materi yang akan diujikan.

Langkah kedua yaitu pengumpulan data. Data yang dimaksud adalah materi yang ditampilkan dalam *game* yang dikembangkan. Soal yang telah dibuat kemudian dikelompokkan sesuai dengan kompetensi yang telah dipilih.

Selanjutnya soal diaplikasikan ke dalam *game*. Langkah ini juga langkah dimana *game* mulai dikembangkan. Soal dan pilihan jawaban dalam *game* dibuat

dalam bentuk file tipe .png berukuran 128 x 128 agar sesuai dengan ukuran layar Sifteo, yang disimpan di dalam folder aset.

Langkah berikutnya adalah menguji coba *game* yang telah dibuat ke siswa tunarungu. Ujicoba dilakukan menggunakan *game* yang dikembangkan. Hasil dari ujicoba yang dilakukan lalu dikelompokkan menggunakan algoritma *k-means* berdasarkan tiga kelompok, yaitu siswa dengan kemampuan tinggi (K1), siswa dengan kemampuan sedang (K2), dan siswa dengan kemampuan rendah (K3).

3.2 Penentuan Kompetensi Dasar

Soal yang digunakan dalam penelitian ini adalah soal matematika untuk siswa sekolah dasar. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru sekolah dasar luar biasa, kurikulum yang diajarkan bagi siswa berkebutuhan khusus sebenarnya sesuai dengan kurikulum yang ada untuk sekolah dasar, namun dalam prakteknya kegiatan belajar mengajar disesuaikan dengan kemampuan siswa. Mengutip permasalahan yang dibahas oleh S. R. Risdanti pada jurnalnya (Risdianti, 2017), anak tunarungu masih memiliki masalah dalam menyelesaikan masalah penjumlahan dan pengurangan, sehingga penelitian ini mengambil Capaian Pembelajaran (CP) yang terbatas pada penjumlahan dan pengurangan. Rincian dari 4 capaian pembelajaran yang digunakan dapat dilihat dalam tabel 3.1.

Tabel 3.1. Capaian pembelajaran yang digunakan

CP	STANDAR KOMPETENSI	KOMPETENSI DASAR
CP1	Melakukan penjumlahan dan pengurangan bilangan sampai 20	Membilang banyak benda
CP2	Melakukan penjumlahan dan pengurangan bilangan sampai 20	Mengurutkan banyak benda
CP3	Melakukan penjumlahan dan pengurangan bilangan sampai 20	Melakukan penjumlahan dan pengurangan bilangan sampai 20

3.3 Spesifikasi Pemain

Pemain *game* yang dibuat disesuaikan dengan kompetensi dasar yang dipakai dalam soal dan jawaban yang dimasukkan ke dalam *game*. Untuk *prototype game* yang dibuat dalam penelitian ini, pemain minimal merupakan siswa sekolah dasar kelas 1 untuk siswa biasa dan untuk sekolah luar biasa dapat menyesuaikan dengan kemampuan siswa.

3.4 Rancangan *Game*

3.4.1 Rancangan Soal

Desain soal dan desain pilihan jawaban berbentuk file gambar (bertipe .png) berukuran 128 x 128 agar sesuai dengan ukuran layar Sifteo. Hasil diskusi dengan guru SLB mengenai soal yang diujikan bagi siswa adalah guru berharap soal tidak terlalu banyak karena akan membuat siswa stres dan tidak fokus. Oleh karena itu soal dalam *game* yang dibuat menggunakan CP 1 sampai CP 3, dimana di dalam *game* berisi sepuluh soal. Pembagian banyak soal yang pada setiap CP didasari oleh tingkat CP tersebut, yang dapat dilihat pada tabel 3.2. Soal yang telah dibuat kemudian dimasukkan ke dalam *game* dengan urutan soal acak. Desain soal dan urutan soal dapat dilihat pada lampiran 1.

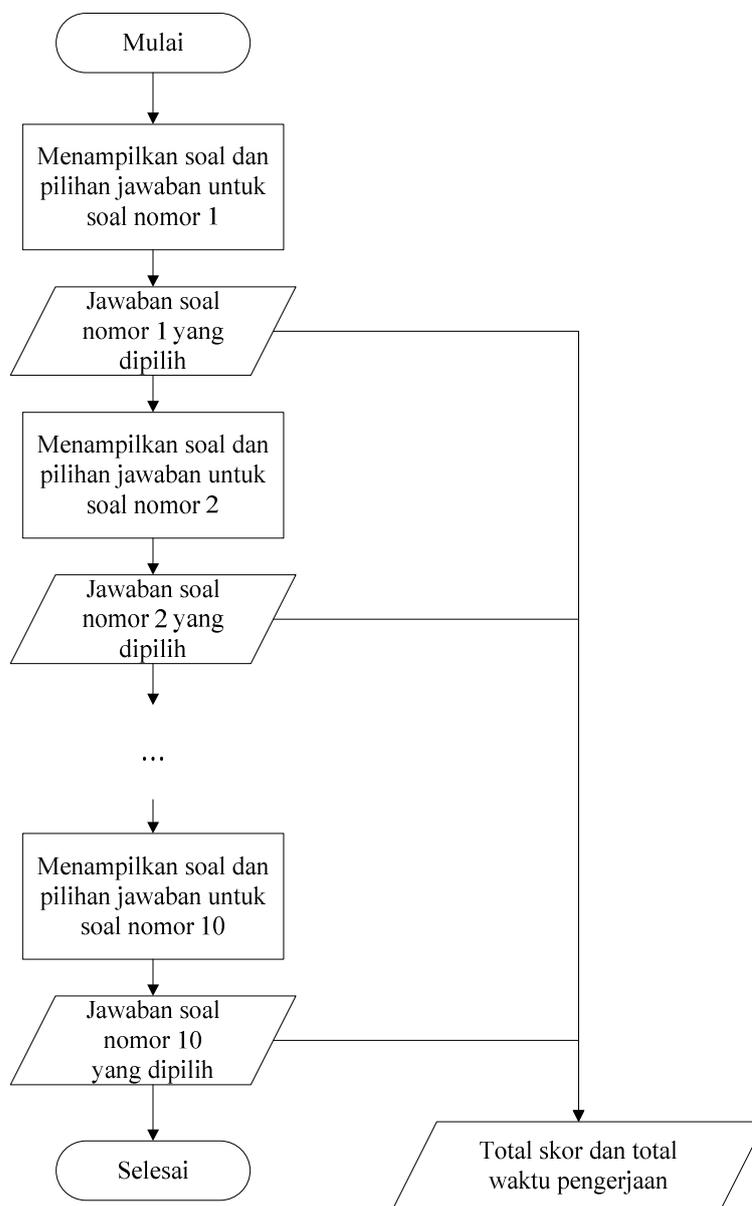
Tabel 3.2. Pembagian soal terhadap CP

CP	KOMPETENSI DASAR	JUMLAH SOAL
1	Membilang banyak benda	1
2	Mengurutkan banyak benda	2
3	Melakukan penjumlahan dan pengurangan bilangan sampai 20	3 penjumlahan, 4 pengurangan

3.4.2 Rancangan Aturan *Game*

Game yang dibuat berbasis Sifteo, dengan memanfaatkan interaksi dengan pengguna yang dapat membuat siswa tertarik namun tetap fokus dalam mengerjakan soal. Jawaban yang dipilih siswa dalam mengerjakan setiap soal direkam dalam log *game*. Apabila jawaban yang dipilih benar, maka siswa akan mendapatkan skor 1. Namun apabila jawaban yang dipilih salah, siswa tidak akan

mendapat skor. Setelah semua soal dikerjakan oleh siswa, tampilan total skor akan muncul dan total waktu pengerjaan akan disimpan dalam log. Total skor dan total waktu pengerjaan inilah yang akan digunakan dalam pengelompokan kemampuan siswa. Alur *game* yang dibuat dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Alur *game* pada Sifteo

3.5 Pengelompokan Data

Setelah total skor dan total waktu pengerjaan didapatkan, selanjutnya akan dilakukan pengelompokan data secara manual. Terdapat tiga *cluster* yang akan dicari, yaitu *cluster* siswa dengan kemampuan tinggi (K1), kemampuan sedang (K2) dan kemampuan rendah (K3). Pengelompokan ini dilakukan dengan menggunakan algoritma *k-means clustering*. Alur metode yang akan digunakan dalam pengelompokan kemampuan siswa menggunakan data berbasis *game* Sifteo dapat dilihat pada gambar 3.3 dengan penjelasan sebagai berikut.

1. Menentukan jumlah *cluster* k. Dalam penelitian ini $k = 3$.
2. Memilih *centroid* masing - masing *cluster*. *Centroid* yang dipilih merupakan data yang dipilih secara acak.
3. Menghitung jarak masing - masing data ke tiap *centroid*. Perhitungan jarak menggunakan persamaan yang dapat dilihat pada persamaan

$$d_{ik} = \sqrt{(s_i - c_k)^2 + (t_i - c_k)^2} \quad (3.1)$$

dimana

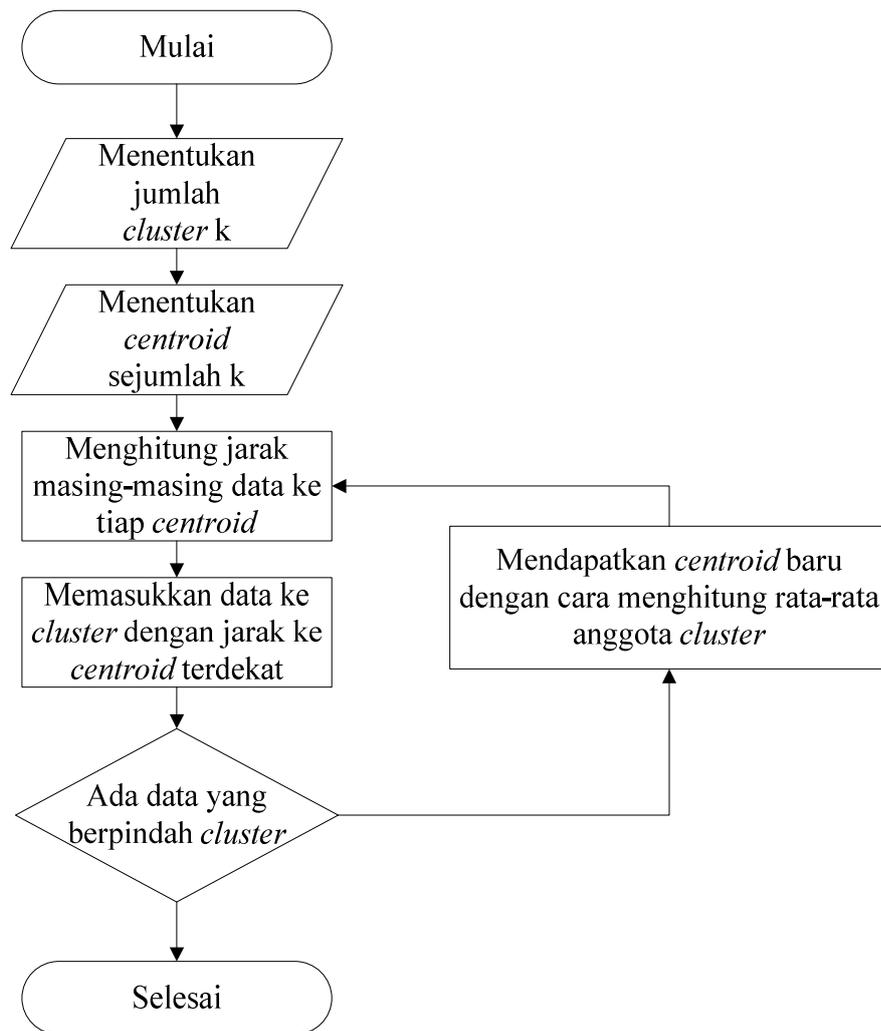
d_{ik} : jarak data i ke *centroid* k

s_i : atribut skor data i

t_i : atribut total waktu data i

c_k : *centroid* k

4. Memasukkan data ke dalam *cluster* dengan jarak ke *centroid* terdekat.
5. Membuat *centroid* baru berdasarkan rata-rata anggota *cluster*.
6. Kembali ke langkah 3 sampai tidak ada perpindahan data ke *cluster* lain.



Gambar 3.3. Alur algoritma *k-means*

3.6 Analisis Jumlah Cluster

Jumlah *cluster* (k) yang optimal dapat dicari dengan menggunakan metode *elbow* dengan menghitung *Sum of Squared Errors* atau SSE setiap k yang akan diamati. Kemudian membuat grafik garis terhadap nilai SSE dan nilai k untuk mengetahui jumlah *cluster* yang optimal. Dalam penelitian ini nilai k yang akan diamati adalah $k = 1$ sampai $k = 7$.

BAB 4

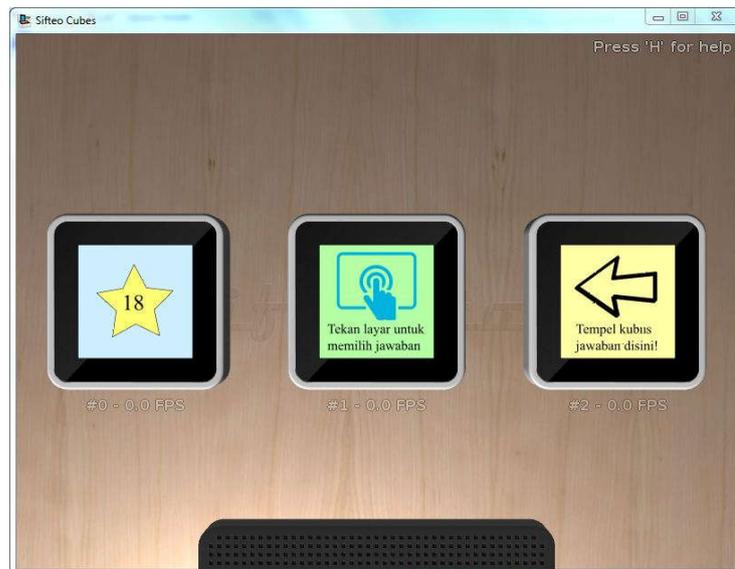
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengembangan *Prototype Game*

Prototype game dikembangkan berbasis alat Sifteo dengan menggunakan bahasa C++. Soal terdiri dari kompetensi dasar yang telah ditetapkan. *Game* dijalankan dengan terlebih dahulu memasang *server block* alat Sifteo pada laptop atau PC, untuk memanggil *command prompt window* dengan menampilkan log setiap pilihan jawaban yang diambil, skor dan total waktu pengerjaan. Cara pemanggilan log *game* dalam *command prompt window* Sifteo adalah dengan memanggil \$ swiss listen <nama game>.elf pada folder *game*, sedangkan apabila ingin memanggil log dalam bentuk .txt dapat menggunakan \$ swiss listen <nama game>.elf --fout <nama log>.txt.

Game dimainkan dengan cara menekan kubus Sifteo 2 yang berisi jawaban untuk memilih jawaban. Setelah memilih jawaban, kubus jawaban didekatkan ke kubus 3. Apabila jawaban benar, pemain mendapatkan skor, namun apabila jawaban salah, tidak ada skor yang ditambahkan ke dalam total skor akhir.

Gambar 4.1 menunjukkan tampilan awal dari *game*, sementara gambar 4.2 dan 4.3 menunjukkan contoh soal dengan pilihan jawaban. Gambar 4.4 menunjukkan tampilan saat jawaban benar, dan gambar 4.5 menunjukkan tampilan saat jawaban salah. Gambar 4.6 dan 4.7 menunjukkan log yang ditampilkan setiap pemain memainkan *game*, sementara gambar 4.8 menunjukkan tampilan yang menampilkan skor akhir.



Gambar 4.1. Tampilan awal *game*



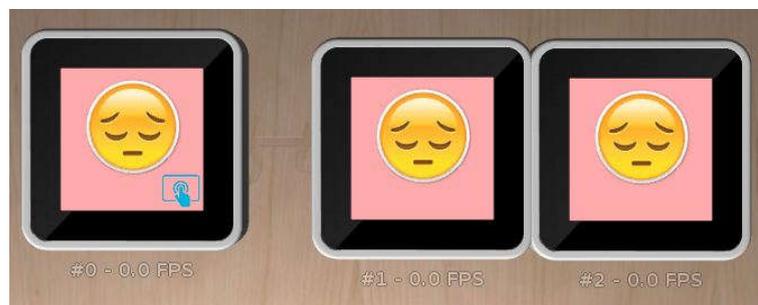
Gambar 4.2. Tampilan soal beserta pilihan jawaban (1)



Gambar 4.3. Tampilan soal beserta pilihan jawaban (2)



Gambar 4.4. Tampilan saat pilihan jawaban benar



Gambar 4.5. Tampilan saat pilihan jawaban salah

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
nomor soal: 1
jawaban= benar
pilihan jawaban= 3
skor: 1
nomor soal: 2
jawaban= benar
pilihan jawaban= 2
skor: 2
nomor soal: 3
jawaban= salah
pilihan jawaban= 1
jawaban= salah
pilihan jawaban= 1
skor: 2
nomor soal: 4
jawaban= benar
pilihan jawaban= 1
skor: 3
nomor soal: 5
jawaban= benar
pilihan jawaban= 1
skor: 4
nomor soal: 6
jawaban= benar
pilihan jawaban= 3
```

Gambar 4.6. Tampilan log yang ditampilkan saat game dimainkan

```
cmd C:\Windows\system32\cmd.exe
nomor soal: 5
jawaban= salah
pilihan jawaban= 3
skor: 3
nomor soal: 6
jawaban= salah
pilihan jawaban= 1
skor: 3
nomor soal: 7
jawaban= benar
pilihan jawaban= 2
skor: 4
nomor soal: 8
jawaban= salah
pilihan jawaban= 3
skor: 4
nomor soal: 9
jawaban= benar
pilihan jawaban= 3
nomor soal: 10
jawaban= benar
pilihan jawaban= 3
skor: 6
Elapsed time: 192. 1 sec
```

Gambar 4.7. Tampilan akhir log yang menampilkan waktu



Gambar 4.8. Tampilan skor akhir

4.2 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan di SLB BC Optimal yang berada di Kenjeran, Surabaya. Terdapat tujuh siswa yang diuji, empat siswa diantaranya merupakan siswa kelas 8 dan tiga siswa lainnya merupakan siswa kelas 11. Pengujian dilakukan menggunakan *game* Sifteo yang telah dibuat. Sebelum melakukan pengujian, siswa dan guru terlebih dahulu dikenalkan dengan perangkat Sifteo dan bagaimana cara memainkan *game* yang telah dibuat. Setelah itu satu persatu anak diuji dengan tetap didampingi agar dapat dibantu apabila mengalami kesulitan saat memainkan *game*. Hasil jawaban dari tujuh siswa yang diuji dapat dilihat pada tabel 4.1, sementara hasil total skor dan total waktu pengerjaan dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.1. Hasil jawaban siswa

ID Siswa	Nomor Soal									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	benar	benar	salah	salah	salah	salah	salah	benar	salah	salah
II	benar	benar	benar	benar	benar	benar	benar	benar	benar	salah
III	benar	salah	salah	benar	salah	benar	salah	salah	benar	salah
IV	benar	benar	salah	benar	benar	benar	salah	salah	benar	benar
V	benar	benar	salah	benar						
VI	benar	salah	salah	benar						
VII	benar	benar	benar	benar	benar	benar	benar	benar	benar	benar

Tabel 4.2. Hasil skor dan total waktu pengerjaan

ID Siswa	Skor	Total waktu pengerjaan (dalam detik)
I	3	327,657
II	9	214,818
III	4	310,345
IV	7	286,263
V	9	203,512
VI	8	265,801
VII	10	154,851

4.3 Pengelompokan Data

Setelah skor dan total waktu pengerjaan didapatkan, selanjutnya dimulai proses *clustering*. Pertama memilih *centroid* dari tiga *cluster* secara acak. *Centroid* yang dipilih untuk iterasi pertama dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. *Centroid* awal untuk iterasi pertama

Cluster	Skor	Waktu
K1	3	327,657
K2	7	286,263
K3	10	154,851

Kemudian ditentukan jarak setiap data ke ketiga *centroid*. Jarak tersebut digunakan untuk memasukkan data ke *cluster* dengan jarak ke *centroid* terdekat. Hasil dari perhitungan ini dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Hasil perhitungan *k-means* iterasi pertama

ID Siswa	K1	K2	K3	Cluster
I	0	41,5868	172,948	K1
II	112,998	71,473	59,9753	K3
III	17,3409	24,2681	155,61	K1
IV	41,5868	0	131,446	K2
V	124,29	82,7752	48,6713	K3
VI	62,0578	20,4864	110,968	K2
VII	172,948	131,446	0	K3

Selanjutnya dicari *centroid* baru dari tiap *cluster* berdasarkan rata - rata data tiap *cluster*. *Centroid* baru dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5. *Centroid* untuk iterasi kedua

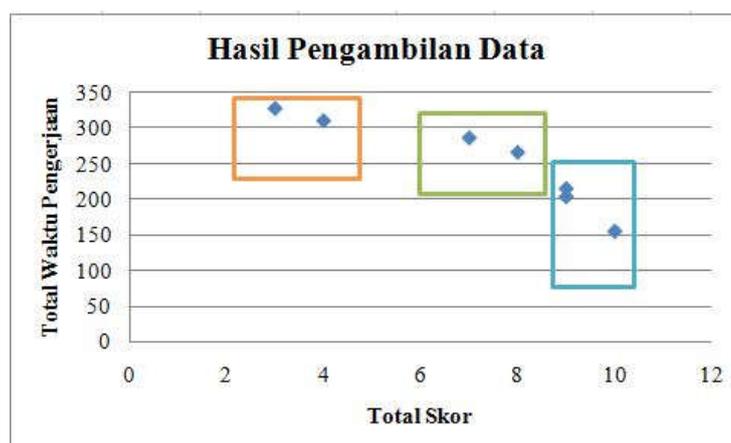
Cluster	Skor	Waktu
K1	3,5	319,001
K2	7,5	276,032
K3	9	209,7455

Setelah mendapatkan *centroid* baru, dilakukan perhitungan jarak kembali tiap data ke *centroid* baru. Ini dilakukan untuk mengetahui apakah ada data yang pindah ke *cluster* lain setelah ditetapkan *centroid* baru. Hasil dari perhitungan ini dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6. Hasil perhitungan *k-means* iterasi kedua

ID Siswa	K1	K2	K3	Cluster
I	8,67043	51,8208	118,064	K1
II	104,328	61,2324	5,0725	K3
III	8,67043	34,491	100,724	K1
IV	32,9246	10,2432	76,5436	K2
V	115,62	72,5355	6,2335	K3
VI	53,39	10,2432	56,0644	K2
VII	164,279	121,207	54,9036	K3

Dalam tabel 4.6 diketahui bahwa tidak ada data yang pindah ke *cluster* lain sehingga proses *clustering* selesai. Gambar 4.9 menunjukkan grafik data dan hasil *clustering* menggunakan metode *k-means*.



Gambar 4.9. Grafik data dan hasil *clustering*

Selanjutnya dilakukan *clustering* data berdasarkan hasil skor akhir tiap capaian pembelajaran (CP). Hal ini ditujukan untuk mengetahui kemampuan siswa tiap CP. Terdapat tiga CP dalam soal yang diujikan, yaitu CP1 merupakan membilang banyak benda (1 soal, mengambil skor nomor 1), CP2 merupakan mengurutkan banyak benda (2 soal, mengambil jumlah skor nomor 3 dan nomor 7), dan CP3 merupakan penjumlahan dan pengurangan banyak benda sampai 20 (penjumlahan 3 soal dan pengurangan 4 soal, mengambil jumlah skor nomor 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10). Hasil *clustering* tiap CP dan *centroid* tiap iterasi dapat dilihat dalam tabel 4.7 sampai tabel 4.14.

Tabel 4.7. *Centroid* untuk *clustering* data CP1

K1	K2	K3
0	1	2

Tabel 4.8. Hasil *clustering* data untuk CP1

ID Siswa	K1	K2	K3	<i>Cluster</i>
I	1	0	1	K2
II	1	0	1	K2
III	1	0	1	K2
IV	1	0	1	K2
V	1	0	1	K2
VI	1	0	1	K2
VII	1	0	1	K2

Tabel 4.9. *Centroid* untuk *clustering* data CP2

K1	K2	K3
0	1	2

Tabel 4.10. Hasil *clustering* data untuk CP2

ID Siswa	K1	K2	K3	<i>Cluster</i>
I	0	1	2	K1
II	2	1	0	K3
III	0	1	2	K1
IV	0	1	2	K1
V	1	0	1	K2
VI	1	0	1	K2
VII	2	1	0	K3

Tabel 4.11. *Centroid* untuk *clustering* data CP3

K1	K2	K3
2	3	7

Tabel 4.12. Hasil *clustering* data untuk CP3 Iterasi 1

ID Siswa	K1	K2	K3	Cluster
I	0	1	5	K1
II	4	3	1	K3
III	1	0	4	K2
IV	4	3	1	K3
V	5	4	0	K3
VI	4	3	1	K3
VII	5	4	0	K3

Tabel 4.13. *Centroid* untuk *clustering* data CP3 Iterasi 2

K1	K2	K3
2	3	6,4

Tabel 4.14. Hasil *clustering* data untuk CP3 Iterasi 2

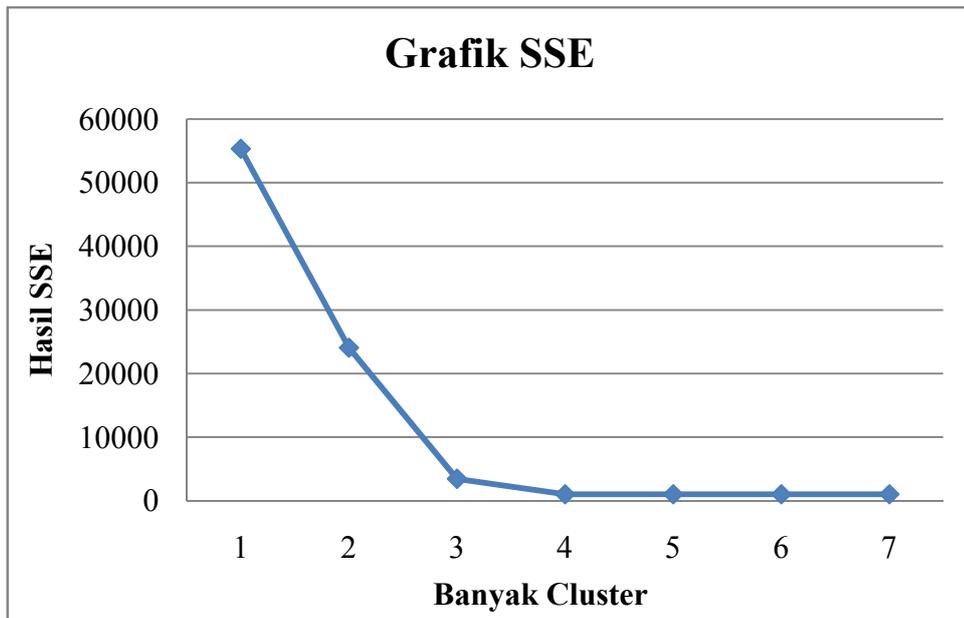
ID Siswa	K1	K2	K3	Cluster
I	0	1	4,4	K1
II	4	3	0,4	K3
III	1	0	3,4	K2
IV	4	3	0,4	K3
V	5	4	0,6	K3
VI	4	3	0,4	K3
VII	5	4	0,6	K3

Untuk mengetahui jumlah *cluster* optimal dalam pengelompokan kemampuan siswa, digunakan metode *elbow* dengan perhitungan SSE dari masing - masing nilai *cluster*. Hasil perhitungan jarak terdekat ke *centroid* dan SSE untuk masing - masing nilai *cluster* dapat dilihat pada tabel 4.15.

Tabel 4.15. Hasil perhitungan jarak ke *centroid* terdekat dan SSE tiap *cluster*

	K = 1	K = 2	K = 3	K = 4	K = 5	K = 6	K = 7
	8,67043	51,8208	118,644	148,618	227,659	172,355	27,6751
	104,328	61,2324	5,653	35,64	115,031	285,294	85,3286
	8,67043	34,491	101,303	131,279	210,355	189,679	10,345
	32,9246	10,2432	77,1239	107,111	186,33	213,821	14,0608
	115,62	72,5355	5,653	24,3356	103,748	296,596	96,6175
	53,39	10,2432	56,6448	86,6325	165,91	234,304	34,4321
	164,279	121,207	54,3232	24,3356	55,4313	345,266	145,273
SSE	55324,6	24062,1	3439,19	1016,34	1016,34	1016,34	1016,34

Grafik garis dari hasil perhitungan SSE ditunjukkan pada gambar 4.10. Pada gambar 4.10, dapat dilihat bahwa grafik garis memperlihatkan bentuk siku (*elbow*) ketika jumlah *cluster* $k = 3$. Sehingga dapat disimpulkan jumlah *cluster* yang paling optimal dalam pengelompokan kemampuan siswa dalam penelitian ini merupakan jumlah *cluster* $k = 3$.



Gambar 4.10. Grafik garis hasil perhitungan SSE

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 5

KESIMPULAN DAN PENELITIAN SELANJUTNYA

5.1 Kesimpulan

Game yang dikembangkan dibuat menggunakan perangkat Sifteo bertujuan untuk membuat suatu alat penilaian alternatif untuk menilai kemampuan siswa. Desain soal dan jawaban didesain menggunakan file .png yang dimasukkan ke dalam folder aset, sehingga soal dan jawaban dapat diganti menyesuaikan dengan materi yang diinginkan.

Menggunakan metode *elbow*, dapat disimpulkan bahwa jumlah *cluster* k yang paling optimal adalah jumlah *cluster* $k = 3$. Oleh karena itu diambil jumlah *cluster* 3, yaitu K1 merupakan siswa dengan kemampuan rendah, K2 merupakan siswa berkemampuan sedang dan K3 merupakan siswa berkemampuan tinggi. Dari hasil *clustering* yang telah dilakukan, didapatkan dua siswa dalam *cluster* K1 (berkemampuan rendah), dua siswa dalam *cluster* K2 (berkemampuan sedang) dan tiga siswa dalam *cluster* K3 (berkemampuan tinggi). Dua siswa dalam *cluster* K1 inilah yang disarankan untuk mendapat pengulangan materi.

5.2 Penelitian Selanjutnya

Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut. *Game* yang dibuat dalam penelitian ini belum sempurna, sehingga dapat ditambahkan beberapa fitur lain. Khususnya dalam masa pandemi dimana kegiatan belajar mengajar tidak dapat maksimal dan mengharuskan siswa belajar mandiri, *game* ini dapat ditambahkan fitur pembelajaran di dalamnya. Selain itu *game* dalam penelitian ini juga belum memiliki fitur sistem adaptif untuk mode penilaian kemampuan siswa, sehingga dapat ditambahkan agar lebih sesuai dengan kemampuan siswa yang memainkan *game* ini.

Halaman ini sengaja dikosongkan

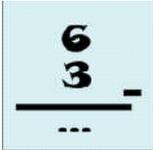
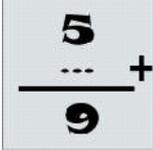
DAFTAR PUSTAKA

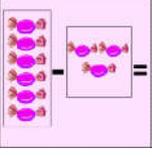
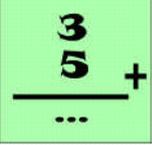
- Cruickshank, W. M. (1980). *Psychology of Exeptional Children and Youth* (4th Edition ed.). United States of America: Prentice Hall Inc.
- Efendi, M. (2008). *Pengantar Psikopedagogik Anak Berkelainan*. Jakarta, Indonesia: Bumi Aksara.
- Moore, D. F. (1987). *Educating the Deaf: Psychology, Principles and Practices*. USA: Houghton Mifflin College Div.
- Mulyasa, E. (2002). *Kurikulum Berbasis Kompetensi*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- O'Neill, G., & McMahon, T. (2005). Student Centered Learning: What Does It Mean For Students and Lecturers? Dalam *Emerging Issues in the Practice of University Learning and Teaching* (hal. 27-36). Dublin: AISHE publication.
- Risdianti, S. R. (2017). Peningkatan kemampuan operasi hitung penjumlahan dan pengurangan menggunakan metode Problem Based Learning (PBL) pada anak tunarungu kelas III SDLB Wiyata Dharma 1 Sleman. *Jurnal Widia Ortodidaktika* , 6 (4), 349-360.
- Soemantri, S. (2012). *Psikologi Anak Luar Biasa*. Bandung: Refika Aditama.
- Somad, P., & Hermawati, T. (1995). *Ortopedagogik Anak Tunarungu*. Jakarta, Indonesia: Depdikbud Dirjen Dikti.
- Wagino. (2005). *Kecenderungan Perkembangan Karir Siswa Tunarungu*. Surabaya, Indonesia: Uni Press Unesa.
- Winarsih, M. (2007). *Intervensi Dini Bagi Anak Tunarungu Dalam Pemerolehan Bahasa*. Jakarta, Indonesia: Departemen Pendidikan Nasional Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Direktorat Ketenagaan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar soal dan jawaban dalam *game*

No. Soal	CP	Desain Soal	Desain Jawaban (pilihan 1,2,3)
1	1		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;">satu delapan</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;">satu puluh delapan</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;">delapan belas</div>
2	3		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%; text-align: center;">2</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%; text-align: center;">3</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%; text-align: center;">4</div>
3	2	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%; font-size: small;"> urutkan gambar dari jumlah yang paling sedikit ke jumlah yang paling banyak! </div> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap; gap: 5px;">             </div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%; text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%; text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%; text-align: center;">  </div>
4	3		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%; text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%; text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%; text-align: center;">  </div>
5	3		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%; text-align: center;">4</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%; text-align: center;">5</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%; text-align: center;">9</div>
6	3	 <p style="font-size: small; text-align: center;">jumlah jeruk?</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%; text-align: center;">3</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%; text-align: center;">6</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%; text-align: center;">9</div>

7	2	<p>Urutkan dari nilai terkecil ke nilai terbesar!</p> <p>5 4 6</p>	
8	3		
9	3		
10	3		

BIODATA PENULIS



Febi Nur Salsabila, dilahirkan di Bima, Nusa Tenggara Barat pada tanggal 27 Februari 1992, merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Aisyiah, SDN Kepuh Kiriman 1, SMPN 1 Waru, SMAN 15 Surabaya, kemudian melanjutkan ke jenjang pendidikan S1 Jurusan Teknik Informatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Di Jurusan Teknik Informatika, penulis mengambil bidang minat Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) yang lalu mengambil Tugas Akhir dengan bidang minat Interaksi, Grafika dan Seni (IGS). Saat buku ini dibuat, penulis merupakan mahasiswa S2 bidang keahlian Jaringan Cerdas Multimedia (JCM) dengan konsentrasi Teknologi Permainan di Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas, Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Penulis dapat dihubungi melalui email febisalsabila92@gmail.com.