

**TESIS**  
**PENGEMBANGAN ALAT *SMART VERTICAL JUMP* BERBASIS**  
**DIGITAL**



Oleh:  
**REZA AMALIA ASTUTI**

**18711251022**

**Tesis ini ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk mendapatkan  
gelar Magister Olahraga**

**PROGRAM STUDI ILMU KEOLAHRAGAAN**  
**PROGRAM PASCASARJANA**  
**UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**  
**2020**

## ABSTRAK

**REZA AMALIA ASTUTI.** *Pengembangan Alat Smart Vertical Jump Berbasis Digital.* Tesis. Yogyakarta: Program Pascasarjana, Universitas Negeri Yogyakarta, 2020.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menghasilkan produk berupa alat Smart Vertical Jump untuk mengukur tinggi lompatan berbasis digital, (2) buku panduan yang berisi penggunaan alat *Smart Vertical Jump*, dan (3) mengetahui kelayakan dan keefektivitasan alat *Smart Vertical Jump*.

Langkah-langkah penelitian pengembangan ini dikelompokkan menjadi 10 prosedur yaitu: 1) mengumpulkan informasi dan melakukan penelitian awal (*research and information collecting*), (2) perencanaan (*planning*), (3) mengembangkan produk awal (*developing preliminary form of product*), (4) uji coba awal (*preliminary field testing*), (5) melakukan revisi untuk menyusun produk utama (*main product revision*), (6) melakukan uji coba di lapangan (*main field testing*), (7) melakukan revisi untuk menyusun produk operasional (*operational product revision*), (8) melakukan uji coba penyempurnaan produk yang telah disempurnakan (*operational field testing*), (9) melakukan revisi produk final (*final product revision*), dan (10) menyampaikan laporan penelitian (*dissemination and implementation*). Uji coba skala kecil pada laporan penelitian ini menggunakan sampel sejumlah 16 siswa, sedangkan uji coba skala besar menggunakan sampel sejumlah 32 siswa semuanya berasal dari siswa kelas VII dan VIII di SMP N 1 Pandak. Analisis data menggunakan analisis kualitatif dan kuantitatif, sedangkan untuk menganalisis data hasil uji keefektifan menggunakan uji t (*dependent sample t-test*) *paired sample t-test* menggunakan *SPSS 21 for windows*.

Hasil penelitian ini berupa alat *Smart Vertical Jump* untuk mengukur tinggi lompatan berbasis digital serta buku panduan penggunaan alat *Smart Vertical Jump*. Hasil uji ahli materi dan ahli media menyatakan sangat baik digunakan. Hasil efektivitas produk menunjukkan diperoleh nilai  $t_{hitung} (0,620) < t_{tabel} (1,68)$ , dan nilai  $p (0,539) > \text{dari } 0,05$ . Hasil tersebut dapat disimpulkan pengembangan alat *Vertical Jump* untuk mengukur tinggi lompatan berbasis digital baik dan layak untuk digunakan.

**Kata Kunci:** *Smart Vertical Jump*, tinggi lompatan, digital

## **ABSTRACT**

**REZA AMALIA ASTUTI.** *Development of a Smart Vertical Jump Tool for Measuring Digital-Based Limb Power. Thesis. Yogyakarta: Postgraduate Program, Yogyakarta State University, 2020.*

*This study aims to: (1) produce a product in the form of a Smart Vertical Jump tool to measure leg power based on digital, (2) a guidebook that contains the use of the Smart Vertical Jump tool, and (3) determine the feasibility and effectiveness of the Smart Vertical Jump tool.*

*The steps for this research and development are grouped into 10 procedures, namely: 1) collecting information and conducting initial research (research and information collecting), (2) planning, (3) developing preliminary products (developing preliminary forms of product), (4) preliminary field testing, (5) revising to compile the main product main product (main product revision), (6) conducting field trials (main field testing), (7) making revisions to compile products operations (operational product revision), (8) conducting operational field testing, (9) conducting final product revisions, and (10) submitting research reports (dissemination and implementation). The small-scale trial in this research report used a sample of 16 students, while the large-scale trial used a sample of 32 students, all of whom came from grade VII and VIII students at SMP N 1 Pandak. The data analysis used qualitative and quantitative analysis, while to analyze the data from the effectiveness test, the paired sample t-test (t-test) used paired sample t-test using SPSS 21 for windows.*

*The results of this research are in the form of a Smart Vertical Jump tool to measure leg power based on digital and a manual for using the Smart Vertical Jump tool. The test results from material experts and media experts stated that it was very good to use. The results of the effectiveness of the product showed that the  $t$  value (0.620)  $< t$  table (1.68), and the  $p$  value (0.539)  $>$  of 0.05. From these results it can be concluded that the development of the Vertical Jump tool to measure leg muscle power based on digital is good and feasible to use.*

**Keywords:** *Smart Vertical Jump, Leg Power, Digital*

## **PERNYATAAN KEASLIAN KARYA**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa : Reza Amalia Astuti

Nomor mahasiswa : 18711251022

Program Studi : Ilmu Keolahragaan

Dengan ini menyatakan bahwa tesis ini merupakan hasil karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya dalam tesis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 05 Agustus 2020  
Yang membuat pernyataan



Reza Amalia Astuti  
NIM 18711251022

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PENGEMBANGAN ALAT *SMART VERTICAL JUMP* UNTUK  
MENGUKUR POWER TUNGKAI BERBASIS DIGITAL**

**Reza Amalia Astuti  
NIM 18711251022**

**Tesis ini ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan  
untuk mendapatkan gelar Magister Olahraga  
Program Studi Ilmu Keolahragaan**

**Menyetujui untuk diajukan pada ujian tesis**

**Pembimbing,**



**Dr. Widiyanto, M.Kes.  
NIP. 198206052005011002**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGEMBANGAN ALAT *SMART VERTICAL JUMP* BERBASIS  
DIGITAL

REZA AMALIA ASTUTI  
18711251022

Dipertahankan di depan Tim Penguji Tesis  
Program Pasasarjana Universitas Negeri Yogyakarta  
Pada tanggal : 21 September 2020

TIM PENGUJI

Nama/Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Prof. Dr. Suharjana, M.Kes. (Ketua/Penguji)		2 / 10 / 19
Dr. Sigit Nugroho, M.Or. (Sekretaris/Penguji)		25 / 9 / 19
Dr. Widiyanto, M.Kes. (Pembimbing/Penguji)		2 / 10 / 19
Dr. Panggung Sutopo, M.S. (Penguji Utama)		28 / 9 / 19

Yogyakarta, 20 Oktober 2020

Program Pasasarjana Universitas Negeri Yogyakarta  
Dekan Fakultas Ilmu Keolahragaan,



Dr. Widiyanto, M.Kes.  
NIP. 1960011001

## KATA PENGANTAR

Puji syukur selalu dipanjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul, “**Pengembangan Alat Smart Vertical Jump Berbasis Digital**”.

Tesis ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar Magister Pendidikan Program Studi Ilmu Keolahragaan Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa tesis ini tidak mungkin dapat diselesaikan tanpa bimbingan dan bantuan serta dukungan dari semua pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini perkenankanlah penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Yogyakarta beserta staf, atas segala kebijaksanaan, perhatian, dan dorongan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi ini dengan tepat waktu.
2. Direktur Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta beserta seluruh staf yang telah membantu selama proses penyusunan tesis.
3. Ketua Program Studi Ilmu Keolahragaan Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta beserta bapak dan ibu dosen yang telah memberikan ilmu dan bimbingan yang sangat bermanfaat sehingga penulis dapat menyelesaikan studi.
4. Dr. Widiyanto, M.Kes. selaku dosen pembimbing yang telah banyak membantu mengarahkan, membimbing, dan memberikan dorongan sampai tesis ini terwujud.

5. Kedua orangtua yang tidak pernah lelah mendoakan, memberikan semangat, dan motivasi agar selalu optimis untuk menyelesaikan tesis ini.
6. Teman-teman mahasiswa Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta 2018, khususnya Program Studi Ilmu Keolahragaan yang selalu memberikan motivasi, saran, masukan, dan semangat selama menempuh studi di Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta.
7. Pihak-pihak lain yang telah membantu penyelesaian tesis ini yang tidak dapat dituliskan satu persatu.

Semoga semua pihak yang telah membantu mendapat pahala dari Allah SWT. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan tesis ini, bahkan masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak demi perbaikan di masa datang. Penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca. Aamiin.

Yogyakarta, 05 Agustus 2020



Reza Amalia Astuti  
NIM. 18711251022

## DAFTAR ISI

	hal
SAMPUL .....	
..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
ABSTRAK .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA .....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN .....	v
LEMBAR PENGESAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah.....	5
C. Pembatasan Masalah .....	5
D. Rumusan Masalah .....	5
E. Tujuan Pengembangan .....	6
F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan.....	6
G. Manfaat Pengembangan.....	6
H. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan .....	7
BAB II. KAJIAN PUSTAKA .....	9
A. Kajian Teori .....	9
1. Hakikat Pengembangan .....	9
2. Tes dan Pengukuran .....	11
3. Kebugaran Jasmani .....	13
4. Hakikat Power Otot Tungkai .....	19
5. Hakikat Vertical Jump .....	21
6. Teknologi Digital .....	23
B. Kajian Penelitian yang Relevan .....	26
C. Kerangka Berfikir .....	27
D. Pertanyaan Penelitian.....	29
BAB III. METODE PENELITIAN .....	30
A. Model Pengembangan.....	30
B. Prosedur Pengembangan .....	31
C. Tempat dan Waktu Penelitian .....	36
D. Uji Coba Produk .....	36
1. Desain Uji Coba .....	36
2. Subjek Uji Coba.....	37
3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data.....	37

4. Teknik Analisis Data.....	38
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN.....	41
A. Hasil Pengembangan Produk Awal .....	41
B. Hasil Uji Coba Produk .....	51
C. Kajian Akhir Produk .....	62
D. Keterbatasan Penelitian .....	70
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	71
A. Kesimpulan .....	71
B. Saran .....	71
C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut .....	72
DAFTAR PUSTAKA .....	74
LAMPIRAN .....	81

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Rentang Skor Nilai PAP . . . . .	40
Tabel 2. Hasil Kuisisioner Ahli Materi . . . . .	45
Tabel 3. Hasil Penilaian . . . . .	47
Tabel 4. Hasil Kuisisioner Ahli media . . . . .	48
Tabel 5. Hasil Penilaian Ahli Media . . . . .	49
Tabel 6. Revisi Hasil Penilaian Validasi Ahli . . . . .	50
Tabel 7. Hasil Uji Coba Kelompok Kecil . . . . .	52
Tabel 8. Tanggapan Hasil Uji coba Kelompok Kecil . . . . .	53
Tabel 9. Hasil Uji coba Sekala Besar . . . . .	55
Tabel 10. Tanggapan Hasil Uji coba Kelompok Besar . . . . .	57
Tabel 11. Hasil Uji Efektif alat Vertical Jump berbasis digital dan manual ...	60
Tabel 12. Hasil Uji T . . . . .	61
Tabel 13. Keunggulan dan Kelebihan Alat Smart Vertical Jump . . . . .	69

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Arduino MEGA 2560.....	25
Gambar 2. LCD 4x20 Karakter.....	25
Gambar 3. Sensor Jarak Time of Flight VL53L1X.....	26
Gambar 4. Bagan Kerangka Berpikir.....	29
Gambar 5. Prosedur Penelitian dan Pengembangan (Borg dan Gall).....	32
Gambar 6. Desain Produk.....	36
Gambar 7. Hasil Perencanaan Produk.....	44
Gambar 8. Diagram Hasil Uji Coba Kelompok Kecil.....	54
Gambar 9. Diagram Hasil Uji Coba Kelompok Besar.....	59
Gambar 10. Alat Smart Vertical Jump.....	62
Gambar 11. Buku Panduan.....	63
Gambar 12. <i>sucker pipe holder</i> dan pipa penghubung terpasang.....	64
Gambar 13. <i>Box Controller and Monitoring</i> sudah terpasang dengan kabel pipa.....	64
Gambar 14. Sensor Jarak <i>Time of Flight VL53L1X</i> tersambung dengan pipa penghubung.....	65
Gambar 15. Power On dan Off untuk menghidupkan dan mematikan <i>Box Controller</i> alat <i>Smart Vertical Jump</i> .....	65
Gambar 16. Tampilan Menu pada layar LCD <i>box Controller and Monitoring</i> .....	66
Gambar 17. LCD <i>box Controller and Monitoring</i> menunjukkan tampilan hasil lompatan <i>vertical jump</i> .....	68
Gambar 18. Rangkaian pipa penghubung <i>Smart Vertical Jump</i> .....	69

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Olahraga sendiri adalah serangkaian gerak raga yang tentunya teratur dan terencana dilakukan dengan keadaan sadar untuk meningkatkan kemampuan fungsional tubuh manusia. Salah satu tujuan untuk melakukan olahraga yaitu meningkatkan kebugaran jasmani dan meningkatkan kinerja tubuh untuk peningkatan kemampuan kualitas tubuh manusia (Paul, Gabbett, & Nassis, 2016). Tujuan dari olahraga tidak terlepas dari alat yang digunakan, alat olahraga yang pada dasarnya untuk membantu tercapainya aktivitas dalam olahraga dan alat sangat penting bagi kelangsungan aktivitas olahraga baik alat pengukur kebugaran jasmani, dan alat untuk menunjang olahraga lainnya. Kebugaran jasmani adalah suatu kebutuhan yang harus terpenuhi supaya bisa melakukan kegiatan sehari-hari dengan baik, efisien dan efektif yang nantinya akan berdampak baik untuk menciptakan kehidupan yang berkualitas (Suharjana, 2013). Aktivitas olahraga merupakan salah satu hal yang sangat penting dilakukan dalam aktivitas sehari-hari dan berfungsi untuk meningkatkan kemampuan kerja agar berjalan dengan optimal.

Berkembangnya suatu pengetahuan dan teknologi dirasakan banyak memberi dampak positif yang ditandai dengan berinovasinya teknologi yang digunakan dalam bidang olahraga. Teknologi memiliki banyak fungsi dalam bidang olahraga (Loland, 2002). Inovasi teknologi dalam bidang olahraga dapat meningkatkan

keefektifan, keefesienan, dan keakuratan sehingga dapat membantu dalam hal pengukuran *power* otot tungkai. Di era yang serba digital ini perlu adanya suatu terobosan baru untuk pengembangan alat-alat digital dibidang olahraga agar dapat dengan mudah mencapai sesuatu yang selama ini diharapkan untuk diwujudkan bersama menjadi kenyataan dengan berkembangnya alat-alat olahraga tersebut merupakan suatu keberhasilan bagi insan olahraga untuk membuat perubahan besar dalam bidang olahraga yang lebih maju dan modern. Sarana dan prasarana sangat dibutuhkan tentunya untuk perkembangan olahraga secara mengglobal (Esegine Diejomaoh, Akarah, & Tayire, 2015). Teknologi baru dalam penelitian ini adalah alat *vertical jump* untuk mengukur tinggi lompatan berbasis digital. Tinggi lompatan bagian yang sangat penting dan diperlukan peserta didik di sekolah karena merupakan kemampuan fisik dasar anak yang perlu diasah dan dikembangkan.

Di era *modern* saat ini, teknologi dan pengetahuan sangat berkembang pesat untuk menunjang kehidupan manusia ke arah yang maju dan perlu adanya suatu terobosan baru untuk pengembangan alat-alat digital dibidang olahraga agar dapat dengan mudah mencapai sesuatu yang selama ini diharapkan dengan berkembangnya alat-alat olahraga yang lebih maju dan modern. Sarana dan prasarana sangat penting untuk perkembangan dan capaian olahraga. (Esegine Diejomaoh et al., 2015). Kebutuhan manusia semakin banyak membuat manusia untuk mengembangkan inovasi teknologi dan membentuk jalur baru bagi organisasi olahraga melalui alat-alat yang dikembangkan. (Ratten & Ratten, 2019). Kemajuan terbaru dalam inovasi teknologi dibidang olahraga sangat dibutuhkan untuk sarana

serta prasarana dalam bidang olahraga. Inovasi teknologi dalam bidang olahraga diharapkan dapat meningkatkan keefektifan, keefesienan, dan keakuratan sehingga dapat membantu dalam hal pembelajaran penjas disekolah. Teknologi baru dalam studi ini adalah *Smart Vertical Jump* yang berfungsi untuk mengukur tingginya suatu lompatan yang berbasis teknologi digital. Pentingnya penelitian ini dilakukan karena untuk membantu para Pembina olahraga serta pendidik dalam melatih para atlet muda untuk mengembangkan kemampuan dalam melompat, karena melompat merupakan teknik mendasar hampir di semua bidang olahraga.

Berdasarkan observasi yang diperoleh data bahwa di SMP, kenyataannya belum dijumpai tersedianya sarana penunjang aktivitas olahraga yang tentunya digunakan dalam pembelajaran penjaskes, hal tersebut tidak tersedianya alat mengukur tinggi lompatan. Alat untuk mengukur tinggi lompatan berbasis digital tidak tersedia di beberapa sekolah, tentunya alat pengukur tinggi lompatan tersebut sangat perlu dimiliki di setiap sekolah karena alat tersebut merupakan komponen penting dalam menentukan suatu gerak dasar dalam olahraga. Selama ini pada saat proses pembelajaran dalam pengukuran tinggi lompatan masih manual menggunakan papan vertical jump dengan bubuk kapur. Kemudian kebanyakan pendidik dan Pembina olahraga cenderung focus pada gerak dasar seperti lari, sedangkan untuk lompatan cenderung di abaikan.

Hasil wawancara dengan lima guru penjas Sekolah Menengah Pertama (SMP) di Kabupaten Bantul ditemukan bahwa sekolah tersebut belum memiliki alat untuk mengukur tinggi lompatan berbasis digital, sehingga saat proses pembelajaran penjas tidak pernah melakukan pengukuran tinggi lompatan,

sedangkan hal tersebut merupakan sebuah komponen dalam suatu gerak. Beberapa guru olahraga di Sekolah Menengah Pertama (SMP) menegaskan bahwa pengukuran tinggi lompatan dengan alat yang kurang standar tidak menghasilkan pengukuran yang akurat.

Masalah diatas harus dilakukan suatu pemecahan masalah terhadap permasalahan yang dihadapi dengan pengembangan alat *Smart Vertical Jump* untuk mengukur tinggi lompatan berbasis digital. Diharapkan dengan dihasilkannya alat *Smart Vertical Jump* dapat memajukan teknologi dilingkungan Universitas Negeri Yogyakarta dan kedepannya bisa dikembangkan lebih maju dan lebih baik lagi agar sarana dan prasarana khususnya dalam bidang olahraga dapat berkembang dengan pesat sesuai fungsinya.

## **B. Identifikasi Masalah**

Hasil penjelasan diatas dapat diidentifikasi masalah yang timbul dalam penelitian ini, yaitu:

1. Belum tersedianya alat pengukur tinggi lompatan berbasis digital disebagian besar Sekolah Menengah Pertama (SMP).
2. Pengukuran tinggi lompatan yang dilakukan sering dijumpai kesalahan yang dilakukan (*human error*).
3. Pengukuran tinggi lompatan dengan alat yang tidak standar maka hasilnya akan kurang akurat, valid, dan maksimal.
4. Dibutuhkan alat *vertical jump* berbasis digital untuk mengurangi kesalahan-kesalahan dan akurasi pada saat pengukuran tinggi lompatan.

### **C. Pembatasan Masalah**

Penelitian tesis ini berfokus pada pengembangan alat *vertical jump* berbasis digital.

### **D. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengembangan alat *vertical jump* untuk mengukur tinggi lompatan berbasis digital?
2. Bagaimana keakuratan alat *vertical jump* untuk mengukur tinggi lompatan berbasis digital?

### **E. Tujuan Pengembangan**

Tujuan pengembangan dari produk ini diharapkan dapat:

1. Menghasilkan alat *vertical jump* berbasis digital untuk pengukur tinggi lompatan.
2. Mengetahui keakuratan alat *vertical jump* berbasis digital untuk mengukur tinggi lompatan.

### **F. Spesifikasi sebuah Produk**

Berupa alat *vertical jump* untuk pengukur kebugaran jasmani digital khususnya *power* tungkai. Produk yang dikembangkan memiliki spesifikais: (1) alat *vertical jump* berbasis digital, (2) buku panduan pengukuran tinggi lompatan dengan kertas HVS ukuran A5, berat 80 gram, *cover ivory* dan *full colour*.

### **G. Manfaat Pengembangan**

Pengembangan alat *vertical jump* untuk pengukur gerak dasar dalam olahraga khususnya tinggi lompatan berbasis digital bermanfaat untuk:

## 1. Teoritis

- a. Memberikan tambahan hasil pemikiran dibidangnya dan keragaman tentang alat *vertical jump* untuk pengukur gerak dasar dalam olahraga khususnya tinggi lompatan.
- b. Menjadi sumber pembelajaran pada pengukuran tinggi lompatan dengan alat *vertical jump*.
- c. Sebagai acuan untuk *research* berikutnya.

## 2. Praktis

- a. Memberikan tambahan pengetahuan bagi akademika olahraga untuk mengembangkan alat *vertical jump*.
- b. Memacu untuk berinovasi mengembangkan alat pengukur gerak dasar dan elemen kebugaran jasmani lainnya.
- c. Memberikan alternatif cara untuk mengembangkan alat pengukur gerak dasar dan kebugaran jasmani lain bagi peneliti lainnya.

## **H. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan**

Adapun asumsi dalam penelitian pengembangan alat *vertical jump* untuk mengukur tinggi lompatan berbasis digital ini meliputi:

- a. Pengembangan alat *vertical jump* untuk mengukur tinggi lompatan berbasis digital ini dapat dipergunakan oleh para, pelatih, instruktur, dan juga insan olahraga dalam pengukuran kebugaran jasmani.
- b. Pengembangan alat *vertical jump* untuk mengukur tinggi lompatan berbasis digital ini memiliki tingkat keefektifan dan keefisienan yang baik dalam pengukuran kebugaran jasmani.

- c. Pengembangan alat *vertical jump* untuk mengukur tinggi lompatan berbasis digital ini dapat digunakan oleh seluruh insan olahraga baik atlet maupun non atlet diseluruh Indonesia karena pada dasarnya pengukuran kebugaran jasmani sama.

Pengembangan alat *vertical jump* untuk mengukur tinggi lompatan berbasis digital ini memiliki keterbatasan sebagai berikut:

- a. Pengembangan alat *vertical jump* untuk mengukur tinggi lompatan berbasis digital ini hanya alat pengukur gerak dasar olahraga saja bukan untuk meningkatkan prestasi olahraga.
- b. Pengembangan alat *vertical jump* untuk mengukur tinggi lompatan berbasis digital ini tidak dapat dibuatkan *software* aplikasi ke dalam IOS atau android.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Teori**

Dalam bab ini penulis menjelaskan beberapa pembahasan dalam sebuah kajian teori, hal ini meliputi hakikat dari penelitian pengembangan itu sendiri, kemudian pengertian tes dan pengukuran, apa yang dimaksud dengan kebugaran jasmani, pengertian tinggi lompatan, dan pengertian teknologi digital.

##### **1. Hakikat Pengembangan**

Pengembangan memberikan magnet tersendiri bagi dunia olahraga di seluruh negara. Akan tetapi pembuat kebijakan, pejabat disuatu negara kurang memahami begitu pentingnya peran olahraga (Hartmann & Kwauk, 2011). Penelitian pengembangan dipandang tepat digunakan dalam mencari solusi pemecahan masalah dalam bidang pendidikan karena tujuannya tidak sekedar mendeskripsikan suatu kenyataan atau masalah pendidikan, namun lebih mengembangkan produk pendidikan yang efektif sesuai kondisi dan kebutuhan (Arini, Syahrudin, & Sudatha, 2013). Suatu perubahan khususnya pengembangan dalam bidang olahraga sangatlah menentukan dari kualitas dan mutu olahraga di suatu daerah tersebut. Dengan hasil penelitian-penelitian baru sangatlah berpotensi untuk menemukan serta mengembangkan sarpras dalam bidang olahraga (Maksum, 2012).

Pengembangan merupakan sebuah cara menemukan sebuah prosedur, teknik, dan alat berdasarkan dari sebuah analisis permasalahan (Ashar,

Syafuruddin, Gusril, & Barlian, 2018). Pengembangan tidak hanya berpusat pada analisis kebutuhan, akan tetapi juga pada isu luas tentang analisis awal-akhir, seperti halnya pada analisis kontekstual (Sumarno, 2012). Pengembangan bertujuan untuk menghasilkan produk berdasarkan penemuan yang terdapat dalam sebuah uji lapangan. Pengembangan itu sendiri suatu metode yang dapat menemukan atau menghasilkan sebuah produk, kemudian menguji produk tersebut apakah efektif atau tidak (Sugiyono, 2012).

Beberapa penjelasan dari ahli tersebut maka dapat disimpulkan bahwa pengembangan merupakan sebuah proses yang panjang untuk menghasilkan sebuah produk yang atau memodifikasinya guna menguji manfaat dan kebergunaannya. Kemudian dilanjutkan dengan menguji keefektivannya hingga produk yang dihasilkan layak untuk digunakan pada masyarakat luas serta tenaga ahli dibidangnya.

## **2. Tes dan Pengukuran**

### **a. Tes**

Tes sendiri adalah sebuah instrumen atau alat yang digunakan untuk memperoleh informasi tentang individu atau objek. Sebagai alat pengumpul informasi atau data, tes dirancang secara khusus dari bentuk soal tes yang digunakan, jenis pertanyaan, rumusan pertanyaan yang diberikan (Fenanlampir & Muhammad Muhyi, 2015). Tes merupakan alat yang digunakan untuk mengukur beberapa performa dan untuk mengumpulkan data. Sebuah tes harus valid, yang berarti mengukur apa yang seharusnya diukur sehingga harus terpercaya, dapat diulang berkali-kali (Widiastuti,

2015). Tes adalah alat untuk mengumpulkan informasi yang berupa tugas atau soal-soal yang harus dikerjakan oleh seseorang (Fenanlampir & Muhammad Muhyi, 2015). Dari beberapa pengertian tersebut, unsur pokok dalam mendefinisikan dari tes itu sendiri yaitu:

- 1) Tes merupakan instrumen yang dipergunakan untuk menghasilkan sebuah data/informasi.
- 2) Serangkaian sebuah pertanyaan untuk mengukur kemampuan individu/kelompok.
- 3) Metode sistemik sebuah pengukuran yang tentunya harus dikerjakan oleh *testee*.

Maka dari itu bisa disimpulkan bahwa tes merupakan sebuah instrumen yang sistematis yang berfungsi sebagai alat ukur atau alat pengumpul informasi yang diperoleh dari individu maupun kelompok.

#### **b. Pengertian Pengukuran**

Pengukuran merupakan suatu proses untuk menghasilkan atau memperoleh besaran kuantitatif dengan menggunakan suatu alat ukur yang sudah baku (Sridadi, 2009). Ahli lainnya menjelaskan bahwa pengukuran yaitu *“measurement is concerned with the systematic collection, quantification, and ordering of information”* (Bell, 2005). Selanjutnya ahli lainnya, Sudjiono (2011:4) menjelaskan mengukur pada dasarnya adalah membandingkan atas dasar ukuran pasti. Pengukuran dapat diukur secara kuantitatif/kualitatif (O’Boyle & Hassan, 2014).

Dari penjelasan tersebut peneliti mendapatkan pokok definisi pengukuran, yaitu:

- 1) Sebuah proses yang digunakan untuk memperoleh sebuah informasi dari kelompok maupun individu yang hasilnya bersifat angka kuantitatif.
- 2) Sebuah pengukuran dapat dilakukan dengan membandingkan hal satu atas dasar ukuran yang baku.

Dapat disimpulkan bahwa pengukuran adalah proses dalam mencari informasi yang tentunya dimiliki oleh kelompok maupun individu dalam bentuk kuantitatif atas dasar ukuran baku.

### **3. Hakikat *Vertical Jump***

Tes yang bertujuan untuk mengukur tinggi lompatan harus melibatkan komponen gaya, jarak dan waktu. Misalnya, *Vertical Jump Test*, *Standing Board* atau *Long Jump*, dan *Vertical Arm-Pull (distance)*(Fenanlampir & Muhammad Muhyi, 2015). Lompatan merupakan perolehan dari gerakan tubuh ke atas sehingga mencapai titik tertentu dan mengerahkan tenaga dalam waktu sesingkat-singkatnya. Gerakan tersebut membutuhkan *power*, *power* merupakan kemampuan untuk menggerakkan usaha maksimal dalam waktu secepat mungkin (Lutan, 2001).

*Vertical Jump Test* bertujuan untuk mengukur *power* otot tungkai dengan mengukur perbedaan jangkauan maksimal pada saat berdiri dan melompat dengan menggunakan dinding berskala *centimeter* (cm). Kriteria penilaian yang digunakan yaitu aturan yang sudah dipakai untuk menilai skor

tes tersebut dengan katagori sempurna, baik sekali, baik, cukup dan kurang (Impellizzeri, Rampinini, Maffiuletti, & Marcora, 2007). *Vertical jump* merupakan lompatan tegak atau kearah *vertical* yang dilakukan tanpa menggunakan awalan dengan tujuan mencapai ketinggian maksimum (Hunter & Marshall, 2002). Tinggi lompatan *vertical jump* dihitung dari kecepatan melompat dan raihan tangan ke papan (García-Ramos et al., 2015). Tinggi lompatan, tenaga, waktu menyentuh lantai, sudut fleksi maksimum lutut penting diperhatikan dalam melakukan lompatan tes *vertical jump* (Pupo, Dias, Gheller, Detanico, & Santos, 2013).

*Vertical Jump Test (VJT)* merupakan salah satu aspek penting dalam kebugaran jasmani (R., S., M., & A., 2014). Lompat *vertical jump* sangat dibutuhkan untuk berbagai gerakan dalam olahraga, khususnya atlet yang membutuhkan lompatan pada cabang olahraga yang ditekuni (Arosha Senanayake & Naim, 2019). Penilaian kebugaran anaerobik merupakan parameter penting dalam mengontrol dan memantau kinerja pelatihan olahraga, beberapa tes cabang olahraga khusus membutuhkan lompatan *vertical*, kesederhanaan tes, parameter yang diperoleh misalnya tinggi lompatan lebih representatif dan memiliki aplikasi yang lebih praktis untuk pelatih, atlet dalam olahraga tersebut (Dal Pupo et al., 2014). Lompatan *vertical* merupakan gerakan manusia secara kompleks yang membutuhkan koordinasi motorik tingkat tinggi antara segmen tubuh bagian atas dan bawah. Ketinggian lompatan maksimum yang dicapai seorang individu merupakan

indikator kekuatan otot tungkai (Rodríguez-Rosell, Mora-Custodio, Franco-Márquez, Yáñez-García, & González-Badillo, 2017).

#### **4. Teknologi Digital**

Perkembangan teknologi di zaman digital saat ini semakin pesat. Teknologi merupakan hal yang tak terpisahkan oleh manusia yang tentunya dapat mempermudah dalam melakukan suatu pekerjaan. Era digital membahwa dampak dan perubahan positif jika digunakan dengan sebaik-baiknya (W. Setiawan, 2017). Teknologi berpengaruh pada sosial, emosional dan fisik generasi muda yang penting untuk diperhatikan mengenai tentang dampak teknologi digital secara positif pada era sekarang ini (Higgins, Xiao, & Katsipataki, 2012). Perkembangan terkini teknologi telah mengubah cara pandang individu dan berperan penting dalam proses pembelajaran, baik dalam sistem pendidikan maupun rumah. Kurangnya keterampilan digital menjadi salah satu faktor kunci yang mendasari ketidaksetaraan dalam berkembangnya alat-alat teknologi sekarang ini (Pagani, Argentin, Gui, & Stanca, 2016).

Teknologi dapat mengubah dan membentuk budaya serta lingkungan manusia. Teknologi yang dihasilkan oleh manusia bisa membuat kehidupan menjadi lebih baik, dan mudah tetapi bisa juga membuat kehidupan manusia menjadi susah (D. Setiawan, 2018). Kemajuan teknologi terus berkembang sangat pesat melahirkan masyarakat digital, terjadi perubahan hidup manusia akibat kemajuan teknologi sehingga menjadi lebih pragmatis, hedonis, sekuler dan melahirkan generasi instan tetapi mengedepankan efektifitas,

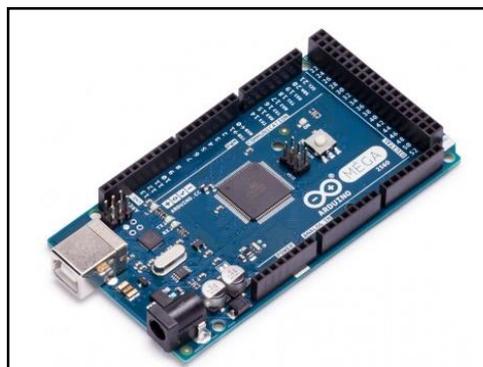
efisiensi dalam tingkah laku dan tindakannya. Kemajuan teknologi berwajah ganda dapat menimbulkan pengaruh positif dan negatif. Upaya untuk menekan dan mengatasi dampak negatif dari kemajuan teknologi dapat dilakukan dengan menyeimbangkan peran keluarga, pendidikan, masyarakat dan negara (Ngafifi, 2014).

Penjelasan beberapa ahli diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa sebuah teknologi digital merupakan sebuah system yang penggunaannya tidak begitu banyak menggunakan tenaga manusia maupun manual. Kemajuan system teknologi sekarang membawa berbagai dampak positif maupun negatif dalam sebuah kehidupan masyarakat.

## **B. Komponen/bahan *Smart Vertical Jump***

### **1. Arduino MEGA 2560**

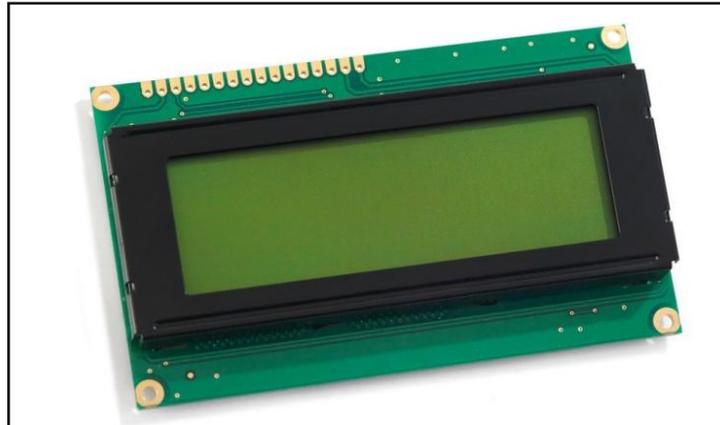
Perangkat yang berfungsi sebagai pengendali (controller) untuk mengolah masukan berupa push button, mengolah data sensor dan menampilkan parameter-parameter yang dibutuhkan pada layar LCD.



Gambar 1. Arduino MEGA 2560

## 2. LCD 4x20 Karakter

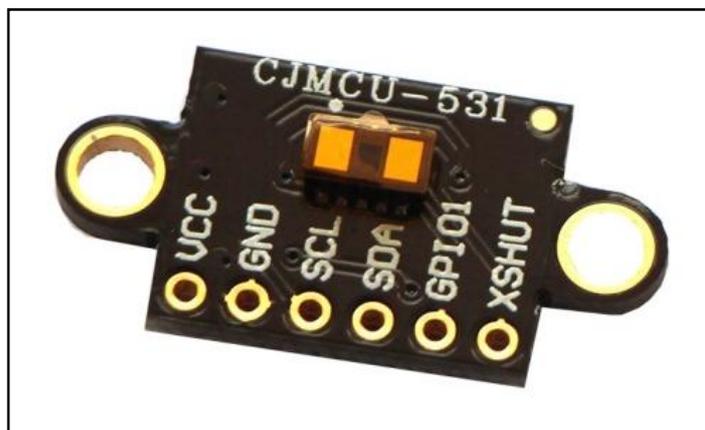
LCD 4x20 Karakter merupakan perangkat yang berfungsi untuk menampilkan tulisan, angka, ataupun karakter custom sesuai perintah dari controller.



Gambar 2. LCD 4x20 Karakter

## 3. Sensor Jarak Time of Flight VL53L1X

Sensor Jarak Time of Flight VL53L1X merupakan Komponen yang berfungsi sebagai pendeteksi jarak dengan maksimal jangkauan 4 meter berdasarkan datasheet.



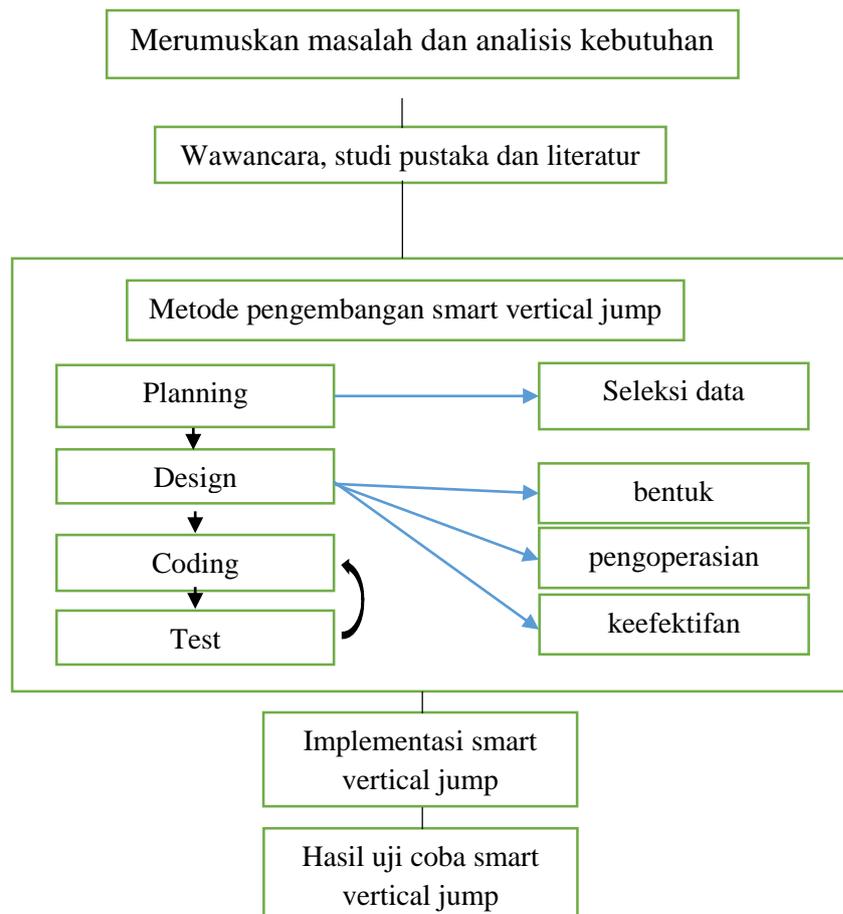
Gambar 3. Sensor Jarak Time of Flight VL53L1X

### C. Penelitian Relevan

Penelitian pengembangan yang relevan sebagai berikut:

1. Penelitian ini bertujuan menghasilkan produk pengukuran kelentukan berbasis digital, buku panduan, dan video tutorial prosedur penggunaanya (Purnama Putra & Siswantoyo, 2019).
2. Arif Nuryadin (2017), menghasilkan alat *Harvard Step Test* guna mengukur kebugaran jasmani yang lebih praktis, efisien.
3. Menghasilkan produk alat pelontar guna memberikan keefektifan dalam latihan (Nugroho, 2016).

### D. Kerangka Berpikir



Gambar 4. Bagan Kerangka Berpikir

### **E. Pertanyaan Penelitian**

Dari penjelasan dalam landasan teori terdapat pertanyaan penelitian secara umum, yaitu sebagai berikut:

1. Apakah pengembangan *vertical jump* sangat dibutuhkan?
2. Apakah alat *vertical jump* akurat dan efektif dalam mengukur tinggi lompatan?

### BAB III

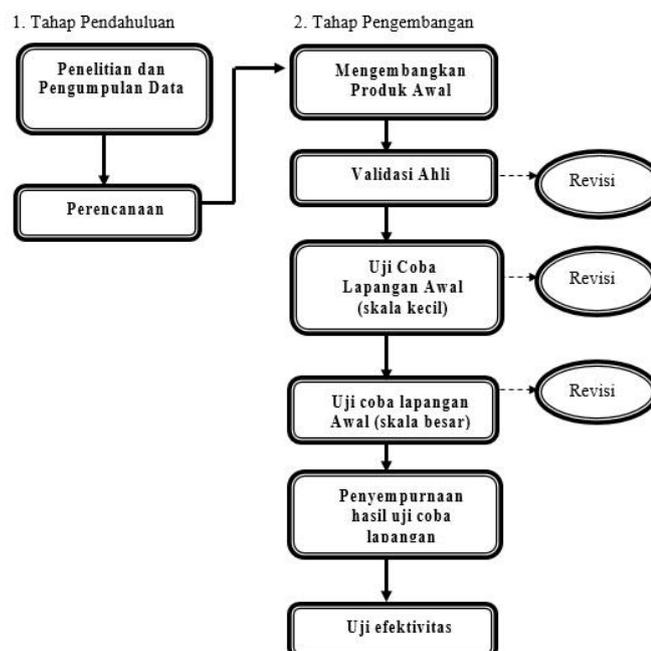
## METODE PENELITIAN

#### A. Prosedur

Prosedur dalam sebuah pengembangan merupakan hal yang wajib dan harus dilakukan untuk menghasilkan produk tertentu. Penelitian ini memakai prosedur dari Borg dan Gall yaitu: mengumpulkan sebuah informasi dan *research* awal, perencanaan, pengembangan produk, uji coba awal, revisi, uji lapangan (uji besar), revisi, penyempurnaa produk, produk akhir, penyampaian laporan penelitian (Walter R Borg & Meredith D Gall, 1983:775).

Dari beberapa langkah diatas, kemudian dapat di aplikasikan ke dalam pengembangan penelitian ini

#### TAHAP PENGEMBANGAN PRODUK



Gambar 5. Prosedur Penelitian dan Pengembangan (Borg dan Gall)

1. Tahap pendahuluan
  - a. penelitian pengembangan sendiri bermula dari munculnya sebuah potensi masalah yang membutuhkan pemecahan masalah. Dalam tahapan ini belum terpecahkan pengembangan alat *vertical jump* untuk mengukur tinggi lompatan tungkai berbasis digital.
  - b. Dalam penelitian ini informasi diperoleh dari hasil observasi lapangan yang dilakukan di beberapa sekolah SMP di Jogja.

2. Tahap Pengembangan

Tahap pengembangan dibagi menjadi beberapa langkah-langkah yaitu (a) penyusunan draft model awal, (b) validasi ahli, (c) revisi, (d) uji coba skala kecil, (e) uji coba skala luas, (f) revisi produk, (g) uji besar, (h) revisi produk, (i) operasional produk, (j) pembuatan produk final, dan (k) uji efektivitas produk. Adapun penjelasan sebagai berikut:

- a. Model produk awal dari penelitian ini adalah alat pengukur tinggi lompatan manual akan dikembangkan menjadi bentuk digital. Bentuk produk sudah jadi kemudian divalidasikan kepada para ahli khususnya ahli media dan materi.
- b. Validasi ahli dalam penelitian ini bertugas menilai hasil produk yang dibuat apakah layak dan baik digunakan secara umum.
- c. Dalam tahap revisi, dalam tahap ini hasil dari penilaian ahli kemudian dilakukan revisi produk sesuai saran dan masukan dari para ahli
- d. Uji coba skala kecil berfungsi sebagai pengujian hasil produk. Kemudian setelah melalui proses penilaian hingga dikatakan baik dan

layak digunakan makan akan diproduksi dan diterapkan ke lapangan. pada uji coba ini dilakukan terhadap siswa kelas VII yang berjumlah 16 siswa di SMP 1 Pandak.

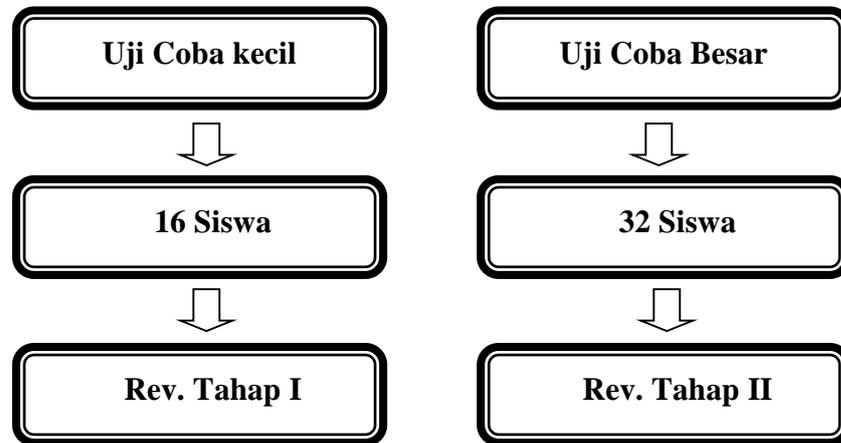
- e. Revisi produk, dalam tahapan ini produk direvisi sesuai saran yang diberikan dari berbagai pihak ahli maupun masyarakat terkait.
- f. Uji coba skala besar dilakukan pada siswa kelas IX berjumlah 32 siswa di Sekolah Menengah Pertama 1 Pandak.
- g. Revisi akhir, tahap ini sebagai tahap penyerpurnaan produk dari uji coba skala kecil.
- h. Produk operasional, tahap ini produk sudah bisa diproduksi karena sudah melewati tahapan uji besar dan kecil yang tentunya sudah dinilai para ahli dan partisipan.
- i. Pembuatan produk akhir dari hasil pengembangan menghasilkan pembuatan produk final berupa alat *vertical jump* untuk mengukur tinggi lompatan berbasis digital.
- j. Peneliti melakukan uji efektivitas di Sekolah Menengah Pertama (SMP).

## **B. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada skala kecil dan besar dilakukan di SMP N 1 Pandak. Waktu penelitian mulai Juli sampai Agustus 2020.

## C. Uji Coba Produk

### 1. Desain Uji Coba



Gambar 6. Design Produk

### 2. Subjek

Dalam penelitian ini subjeknya adalah pemakai produk, pengambilan sampel penelitian ini berdasarkan pertimbangan tertentu atau *purposive sampling*. Pada uji coba skala kecil dilakukan pada siswa kelas VII SMP N 1 Pandak yang berjumlah 16 siswa sedangkan pada skala besar dilakukan pada siswa kelas VIII di SMP N 1 Pandak yang berjumlah 32 siswa. Subjek untuk uji keefektivitasnya dilakukan pada siswa dan siswi pada kelas VII dan VIII Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Pandak dengan jumlah 20 siswa dan siswi.

### 3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

#### a. Jenis Data

Teknik dalam penelitian ini menggunakan analisis data kualitatif yang bersifat kalimat dan kuantitatif yang berupa angka-angka. Data

diperoleh dengan hasil wawancara kepada guru penjas, dan untuk data kuantitatif sendiri dihasilkan dari penilaian ahli.

#### **b. Instrumen Pengumpulan Data**

Instrumen berupa kuesioner dan pengamatan lapangan, berikut penjelasannya:

##### 1) Kuisisioner atau Angket

###### a) Angket Validasi Ahli Media

Angket disini memakai skala likert bersama dengan lima pilihan, meliputi yang pertama Sangat Baik (SB), Baik (B), Cukup Baik (CB), Kurang (K), dan Sangat Kurang (SK). Validator dalam Tes dan pengukuran pada pengembangan alat ini yaitu: Dr. Ir. Fatchul Arifin, M.T., alasan peneliti memilih beliau dikarenakan sesuai dengan bidang keahliannya sebagai ahli dalam bidang media.

###### b) Angket Validasi Ahli Materi

Sama dengan validasi sebelumnya, dalam penilaian ini menggunakan skala likert dengan lima pilihan meliputi yang pertama: Sangat Baik(SB), Baik(B), Cukup Baik(CB), Kurang(K), dan Sangat Kurang(SK). Validator dalam ahli materi pada pengembangan alat ini yaitu: Prof. Dr. Suharjana, M.Kes., alasan peneliti memilih beliau dikarenakan sesuai dengan bidang keahliannya.

###### c) Angket Penilaian Uji Coba Skala Kecil

Untuk menilai kelayakan dari produk yang diteliti. Angket ini menggunakan skala likert dengan lima alternatif pilihan, yaitu Sangat

Baik (SB), Baik (B), Cukup Baik (CB), Kurang (K), dan Sangat Kurang (SK).

d) Angket Penilaian Uji Coba Skala Besar

Untuk angket penilaian uji coba skala besar penilaiannya sama dengan angket uji coba skala kecil.

#### 4. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data di penelitian pengembangan ini dilakukan dengan menggunakan analisis kualitatif dan kuantitatif (Sugiyono, 2010:244). Proses dalam teknik analisis data disini melalui tahapan meliputi mereduksi data yaitu proses penyelesaian, penyederhanaan, pemfokusan, pengabstraksian, dan pentransformasian data (Arikunto, 2006:29). Teknik analisis data dalam penelitian dan pengembangan ini yaitu:

a. Analisis Kelayakan Produk

Produk hasil pengembangan dapat dianggap layak jika sudah melewati proses uji kecil dan besar kemudia dihitung dengan capaian skor standar kelayakan minimal. Hasil skor dirubah dengan nilai prosentasi menggunakan rumus:

$$Penilaian = \frac{Skor\ yang\ diperoleh}{Skor\ maksimal} \times 100$$

Setelah dirubah menjadi nilai prosentase, hal selanjutnya adalah mengkonversikan dengan menggunakan norma penilaian yang mengacu pada penilaian acuan patokan (PAP) dengan bentuk rentang skor sebagai berikut:

Tabel 1. Rentang Skor Nilai PAP

No	Rentang Skor Nilai	Keterangan
1	80% - 100%	Sangat Baik
2	70% - 79 %	Baik
3	60% - 69%	Cukup Baik
4	50% - 59%	Kurang Baik
5	40% - 49%	Sangat kurang Baik

Rentang skor pada tabel 2 diadopsi dari Sudjiono (Sudjiono, 2011). Untuk uji keefektifan menggunakan uji t menggunakan *SPSS*. Hasil data dari *spss* kemudian dijabarkan dalam bentuk data kualitatif yang menunjukkan kelayakan produk.

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN**

#### **A. Hasil Pengembangan Produk Awal**

##### **1. Hasil Studi Pendahuluan melalui Wawancara**

Penelitian pendahuluan dilakukan di bulan Juli sampai Agustus 2020 terhadap beberapa guru penjas Sekolah Menengah Pertama (SMP). Dari hasil wawancara tersebut bahwa saat tes gerak dasar dalam olahraga merasakan kesusahan, kenyataan dilapangan tidak tersedianya alat pengukur tinggi lompatan dalam pembelajaran olahraga. Lebih spesifiknya, alat untuk mengukur tinggi lompatan sangat dibutuhkan karena merupakan salah satu komponen penting dari gerak dasar dalam olahraga dan kebugaran jasmani. Dari beberapa penjelasan guru olahraga menerangkan bahwa untuk mengukur tinggi lompatan hanya menggunakan papan dan kapur bubuk yang tentunya tingkat akurasi sangat tidak akurat.

##### **2. Perencanaan Alat *Smart Vertical Jump*.**

Berikut ini paparan draft alat *Vertical Jump* berbasis digital untuk mengukur tinggi lompatan berbasis digital, yaitu:

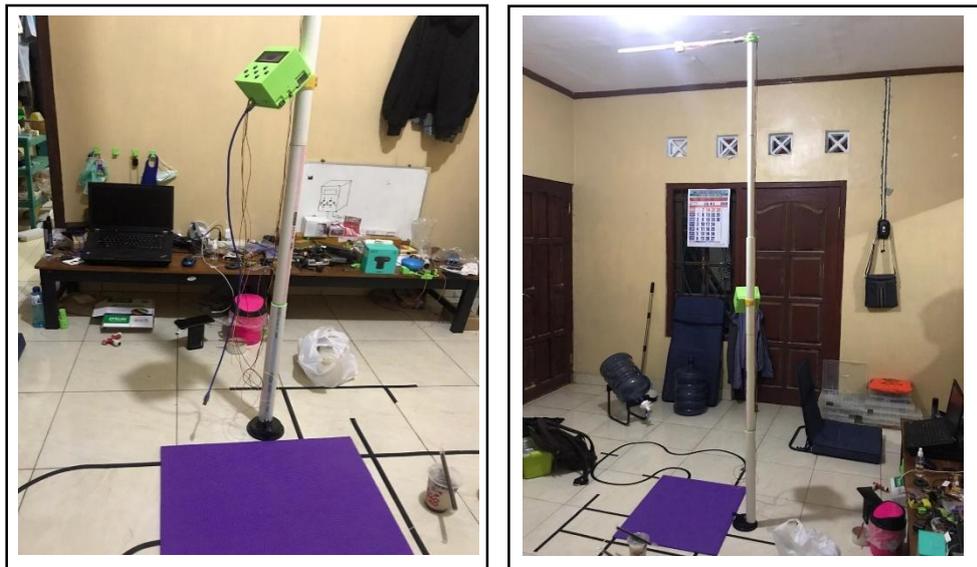
- a. Peralatan: pengembangan papan pengukur tinggi lompatan dikembangkan dengan menggunakan media LCD 4x20 Karakter.
- b. Media: hasil pengukuran yang berupa data dari *Smart Vertical Jump* dapat ditampilkan dalam LCD 4x20.

Langkah pembuatan alat ukur ini dilakukan diawali dengan proses pengujian keakurasian sensor yang akan digunakan. Hal ini sangat mendasar karena berpengaruh terhadap desain *Smart Vertical Jump* (SVJ). Pengujian menggunakan sensor TOF/Lidar spesifikasi 50 cm kurang baik saat melakukan pengukuran dalam jarak yang jauh, sehingga menggunakan sensor dengan spesifikasi yang lebih tinggi. Pengujian selanjutnya menggunakan sensor TOF/Lidar dengan spesifikasi 400 cm. Hasil pengujian cukup baik namun data pengukuran presisi pada jarak ukur lebih dari 100 cm. Berdasarkan hasil tersebut maka digunakan sensor TOF/Lidar spesifikasi 400 cm dengan pengaturan kalibrasi ketinggian sensor tidak melebihi dari 50 cm dari titik ketinggian lompatan.

Langkah berikutnya adalah desain mekanik dari *Smart Vertical Jump* dengan mempertimbangkan tingkat fleksibilitas pemasangan alat *Smart Vertical Jump* menggunakan *Sucker Lada Base* atau landasan pemasangan *Smart Vertical Jump*. Namun, penggunaan *sucker lada base* ini memberikan batasan penggunaan karena penempatan *Smart Vertical Jump* harus pada bidang datar dan memiliki kerapatan tinggi seperti keramik. Selanjutnya adalah pembuatan tiang dengan memanfaatkan pipa PVC dan penentuan ukuran pipa mempertimbangkan ketinggian yang akan digunakan. Pertama, pada ketinggian 50 cm menggunakan ukuran 50 cm. Pada ukuran 100 cm berikutnya menggunakan 2 *inch*, 200 cm berikutnya menggunakan 1,5 *inch*. Total ketinggian maksimum *Smart Vertical Jump* adalah 350 cm. Langkah selanjutnya adalah pembuatan *box controller* yang dikemas pada *box*. Pada

proses ini menggunakan LCD 20X4 karakter dengan tampilan menggunakan enam tombol pengaturan. Alat *Smart Vertical Jump* dilengkapi dengan baterai sehingga dapat digunakan pada daerah yang tidak ada listrik. Proses selanjutnya adalah penyelesaian dengan membuat *sticker* ukuran pada tiang pipa untuk memudahkan proses kalibrasi dan pembuatan wadah sehingga alat *Smart Vertical Jump* mudah untuk digunakan dan dipindahkan.

Hasil dokumentasi dari produk awal sampai produk dikatakan layak digunakan untuk mengukur tinggi lompatan.



Gambar 7. Hasil Perencanaan Produk

### 3. Hasil Validasi Ahli

Produk divalidasi oleh para ahli dengan memberikan lembar penilaian. Validator yang dibutuhkan yaitu: (1) Prof. Dr. Suharjana, M.Kes., (materi), (2) Dr. Ir. Fatchul Arifin, M.T., (media).

- a. Penilaian Ahli Materi Prof. Dr. Suharjana, M.Kes.

Validasi awal yang dilakukan oleh validator ahli materi diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Penilaian Ahli Materi

No.	Aspek	Skor	Skor Maks	(%)	Kategori
1.	Kejelasan materi	45	50	90	Sangat baik
2.	Aspek materi	53	60	88,33	Sangat baik

Berdasarkan table diatas dapat disimpulkan bahwa alat *Smart Vertical Jump* di tabel 1 dengan persentase 90%, hasil tersebut dapat diartikan bahwa ahli materi menyatakan pengembangan alat tersebut SANGAT BAIK. Sedangkan validasi pada tabel kedua skala penilaian aspek materi diperoleh nilai sebesar 88,3%. Hasil tersebut juga diartikan bahwa pengembangan alat *Smart Vertical Jump* mempunyai aspek SANGAT BAIK.

b. Penilaian oleh Dr. Ir. Fatchul Arifin, M.T. (media)

Validasi awal yang dilakukan oleh validator ahli media diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Penilaian Ahli Media

No.	Aspek	Skor	Skor Maks	(%)	Kateg.
1	Aspek Media	59	65	90,7	Sangat baik
2	Tampilan buku	35	40	87,5	Sangat BAIK

Dilihat dari table diatas dapat diartikan dengan nilai persentase 90,7%, hasil tersebut dapat diartikan bahwa ahli media menyatakan pengembangan alat tersebut

SANGAT BAIK. Sedangkan validasi pada tabel kedua skala penilaian tampilan buku diperoleh nilai sebesar 87,5%. Hasil tersebut juga diartikan bahwa pengembangan alat *Smart Vertical Jump* mempunyai tampilan yang SANGAT BAIK.

c. Revisi Hasil Penilaian Validasi Ahli

Tabel 4. Revisi (Hasil Penilaian)

No	Valid.	Before	After	Ket.
1.	Prof. Dr. Suharjana, M.Kes.	Disesuaikan dengan Standar Operasional pembuatan alat berbasis digital.	Sudah disesuaikan dengan Standar Operasional pembuatan alat berbasis digital.	Sudah direvisi
2.	Dr. Ir. Fatchul Arifin, M.T.	Membuat buku panduan penggunaan Smart Vertical Jump secara rinci dan jelas.	Buku panduan penggunaan alat Smart Vertical Jump sudah dibuat secara rinci dan jelas.	Sudah direvisi

		Sensor yang digunakan diperhatikan dan diatur lebih detail supaya lebih akurat pada saat digunakan.	Sensor sudah diatur dan diperbaiki supaya lebih akurat	Sudah direvisi
		Tampilan LCD awal diberikan nama produk <i>Smart Vertical Jump</i>	Tampilan LCD awal sudah diberikan nama produk <i>Smart Vertical Jump</i>	Sudah direvisi

## B. Hasil Uji Coba

Tabel 5. Perbandingan uji sekala kecil dan besar.

<b>HASIL UJI SEKALA KECIL DAN BESAR</b>		
	Uji Sekala Kecil	Uji Sekala Besar
Mean	349.375	323.438
Median	320	290.000
Mode	32	28.00 <sup>a</sup>
Std. Deviation	1.56	926.182

### 1. Hasil Uji Coba Skala Kecil

Dalam uji awal ini dilaksanakan pada siswa sebanyak 16 siswa kelas VII di SMPN 1 Pandak.

Tabel 8. Hasil Uji Kelompok Kecil

Resp	Tinggi Badan	Berat Badan	Raihan Awal	Lompatan	Vertical jump
1.	162	45	204	237	33
2.	150	42	190	241	51
3.	141	35	173	242	69
4.	180	60	220	234	14
5.	151	35	189	223	34
6.	156	57	201	218	17
7.	158	45	196	223	27
8.	154	45	196	206	10
9.	147	30	182	233	51
10.	147	40	184	216	32
11.	172	62	201	230	29
12.	163	60	189	221	32
13.	170	60	212	244	32
14.	162	57	187	235	48
15.	165	53	192	243	51
16.	158	42	225	254	29
Mean					349.375
Median					320
Mode					32
Std. Deviation					1.56

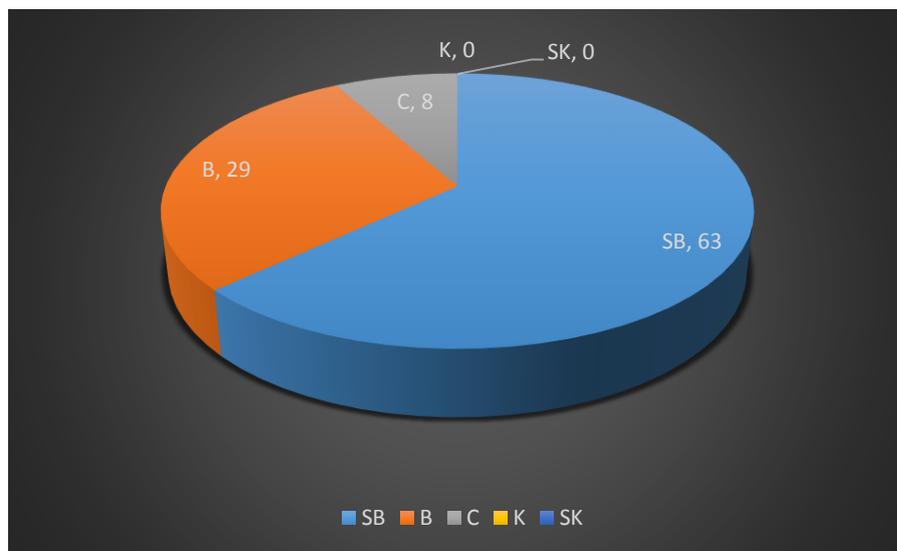
Langkah selanjutnya responden memberikan tanggapan terkait dengan alat yang telah di uji cobakan. Hasil tanggapan dari responden uji coba kecil dapat dibaca dibawah ini sebagai berikut:

Tabel 9. Tanggapan Hasil Uji coba kecil

No	Pernyataan	Nilai					Skor
		1	2	3	4	5	
<b>Kejelasan Materi</b>							
1.	Kejelasan sasaran penggunaan dari instrumen <i>vertical jump</i> berbasis digital untuk mengukur tinggi lompatan	0	0	2	2	12	16
2.	Kejelasan indikator hasil tes yang dilakukan	0	0	0	2	14	16
3.	Sesuai dengan perkembangan teknologi dan penggunaannya	0	0	3	5	8	16
4.	Mempermudah alam mengukur tinggi lompatan	0	0	2	1	13	16
5.	Instrumen <i>vertical jump</i> yang dikembangkan mudah digunakan dan dibawa	0	0	0	6	10	16
6.	Instrumen <i>vertical jump</i> yang dikembangkan ekonomis	0	0	3	8	5	16
7.	Lebih akurat, efisien, dan mudah dibawa	0	0	2	3	11	16
8.	Data dapat diolah dengan mudah	0	0		6	10	16
9.	Petunjuk penggunaan alat jelas	0	0	2	6	8	16
10.	Mudah dioperasikan sendiri	0	0		2	14	16
<b>Aspek Materi</b>							
1.	Materi mudah dipahami	0	0	2	3	11	16
2.	Kebenaran isi materi yang disajikan	0	0	2	2	12	16
3.	Kejelasan uraian materi	0	0	0	7	9	16
4.	Kesesuaian karakter materi dengan alat	0	0	0	3	13	16
5.	Kesesuaian contoh dengan materi	0	0	0	8	8	16

6.	Materi menyajikan konsep instrumen <i>vertical jump</i> secara utuh	0	0	3	7	6	16
7.	Materi yang luas untuk mencapai tujuan pengukuran tinggi lompatan	0	0	1	4	11	16
8.	Akurasi hasil pengukuran	0	0	0	7	9	16
9.	Bisa digunakan sendiri maupun dengan bantuan asisten	0	0	2	6	8	16
10.	Penggunaan kata pada alat mudah dipahami	0	0	0	5	11	16
11.	Kejelasan indikator hasil tes yang dilakukan	0	0	0	2	14	16
12.	Alat bisa digunakan untuk semua kalangan	0	0	4	8	4	16
<b>Jumlah</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>28</b>	<b>103</b>	<b>221</b>	<b>352</b>
<b>Pesentase</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7,95</b>	<b>29,26</b>	<b>62,78</b>	<b>100</b>

Hasil dapat ditampilkan berupa diagram lingkaran sebagai berikut:



Gambar 7. Diagram Uji Kelompok Kecil

Berdasarkan hasil uji kelompok kecil dapat diperoleh sebagian besar responden menyatakan sangat baik sebesar 62,78 %, menyatakan baik sebesar 29,26 %, menyatakan cukup sebesar 7,59 %, yang menyatakan kurang 0 %, dan sangat kurang sebesar 0 %, maka dapat ditarik kesimpulan pada hasil uji

skala kecil alat *Smart Vertical Jump* dinyatakan sangat baik. Setelah melakukan uji skala kecil baru masuk ke tahap revisi, dan kemudian dilanjutkan ke tahap uji skala besar.

## 2. Uji Skala Besar

Uji skala besar dilakukan pada siswa kelas VIII yang berjumlah 32 siswa di SMPN 1 Pandak. Berikut hasil penilaian dari uji skala besar:

Tabel 10. Hasil Uji Coba Skala Besar

Resp	Tinggi Badan	Berat Badan	Raihan awal	lompatan	Vertical Jump
1	160	43	185	225	40
2	155	40	220	245	25
3	145	40	175	217	42
4	172	52	200	244	44
5	162	41	192	233	41
6	160	60	210	230	20
7	151	41	195	221	26
8	156	40	190	231	41
9	161	42	221	244	23
10	162	52	207	233	26
11	172	62	201	230	29
12	163	60	189	221	32
13	167	55	195	226	31
14	170	61	215	243	28
15	170	60	212	240	28

16	162	57	187	235	48
17	165	53	192	243	51
18	158	42	225	244	19
19	155	44	196	235	39
20	152	40	198	230	32
21	157	43	189	236	47
22	163	45	195	245	50
23	162	51	202	231	29
24	165	46	205	229	24
25	153	55	197	231	34
26	155	57	203	230	27
27	160	60	217	241	24
28	164	56	231	252	21
29	159	50	187	222	35
30	163	49	198	220	22
31	161	51	208	236	28
32	158	43	211	240	29
Mean					323.438
Median					290.000
Mode					28.00 <sup>a</sup>
Std. Deviation					926.182

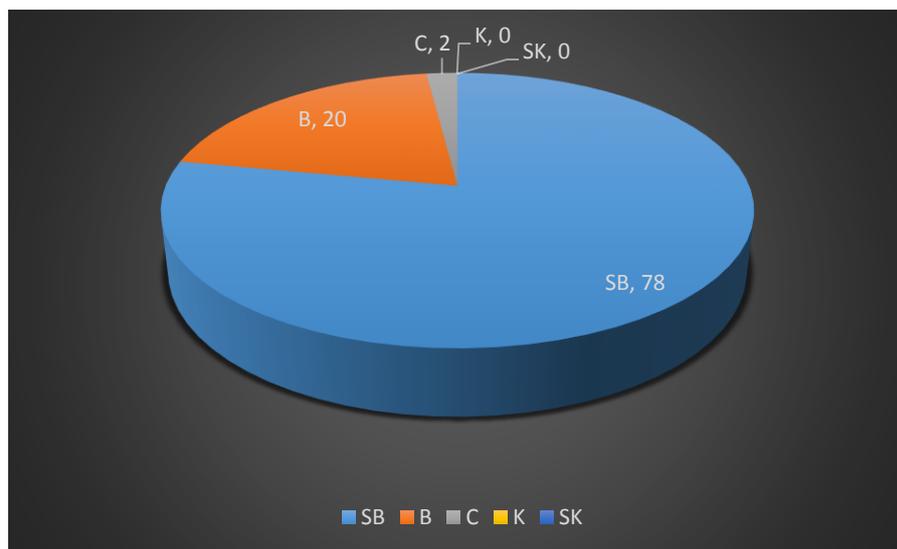
Setelah melakukan tahap uji kelompok besar, langkah selanjutnya responden memberikan tanggapan terkait dengan alat yang telah di uji cobakan. Hasil tanggapan dari responden dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 11. Tanggapan Hasil Uji coba Kelompok Besar

No	Pernyataan	Nilai					Jumlah
		SK	K	C	B	SB	
<b>Kejelasan Materi</b>							
1.	Kejelasan sasaran penggunaan dari instrumen <i>vertical jump</i> berbasis digital untuk mengukur tinggi lompatan	0	0	1	7	24	32
2.	Kejelasan indikator hasil tes yang dilakukan	0	0	3	8	21	32
3.	Sesuai dengan penggunaan	0	0	0	8	24	32
4.	Membantu dan mempermudah para pengguna	0	0	0	7	25	32
5.	Instrumen <i>vertical jump</i> yang dikembangkan mudah digunakan dan dibawa	0	0	0	6	26	32
6.	Instrumen <i>vertical jump</i> yang dikembangkan ekonomis	0	0	2	9	21	32
7.	Lebih praktis, akurat, efisien dan fungsional	0	0	0	9	23	32
8.	Data yang tersimpan mudah diolah	0	0	0	6	26	32
9.	Petunjuk penggunaan alat jelas	0	0	0	7	25	32
10.	Mudah digunakan sendiri/bantuan orang	0	0	2	13	17	32
<b>Aspek Materi</b>							
1.	Materi mudah dipahami	0	0	0	8	24	32
2.	Kebenaran isi materi yang disajikan	0	0	0	3	29	32
3.	Kejelasan uraian materi	0	0	0	5	27	32
4.	Kesesuaian karakter materi dengan alat	0	0	2	6	24	32

5.	Kesesuaian contoh dengan materi	0	0	1	<b>9</b>	<b>22</b>	32
6.	Materi menyajikan konsep instrumen <i>vertical jump</i> secara utuh	0	0	3	<b>7</b>	<b>22</b>	32
7.	Keleluasaan materi dalam mencapai tujuan fungsi alat	0	0	0	<b>5</b>	<b>27</b>	32
8.	Akurasi hasil pengukuran	0	0	0	<b>7</b>	<b>25</b>	32
9.	Bisa digunakan sendiri maupun dengan bantuan asisten	0	0	2	<b>1</b>	<b>29</b>	32
10.	Penggunaan kata pada alat mudah dipahami	0	0	0	<b>5</b>	<b>27</b>	32
11.	Kejelasan indikator hasil tes yang dilakukan	0	0	0	<b>2</b>	<b>30</b>	32
12.	Alat bisa digunakan untuk semua kalangan	0	0	1	<b>4</b>	<b>27</b>	32
<b>Jumlah</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>142</b>	<b>545</b>	<b>704</b>
<b>Pesentase</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2,41</b>	<b>20,17</b>	<b>77,41</b>	<b>100</b>

Berdasarkan hasil uji diatas dapat disimpulkan lagi dengan menggunakan diagram lingkaran sebagai berikut:



Gambar 7. Diagram Hasil Uji Coba Kelompok Besar

Dari hasil pada tahapan uji skala besar, diperoleh sebagian besar responden menyatakan sangat baik sebesar 77,41 %, menyatakan baik sebesar 20,17 %, menyatakan cukup sebesar 2,41 %, yang menyatakan kurang 0 %, dan sangat kurang sebesar 0 %, maka dapat disimpulkan pada hasil uji coba skala besar bahwa alat Smart Vertical Jump dinyatakan sangat baik.

#### 4. Uji Efektivitas

Uji efektivitas ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil ketepatan antara alat *vertical jump* berbasis digital dengan alat *vertical jump* manual yang menggunakan kapur.

Tabel 12. Hasil Uji Efektivitas alat *Vertical Jump* berbasis Digital dan Manual

Resp	Hasil Vertical jump dengan Alat digital	Hasil Vertical jump dengan Alat Manual (kapur)
1	32.5	31
2	30	29
3	35	35
4	37.3	36
5	38.5	37
6	32.7	31
7	30	28
8	38.5	36
9	23.3	19
10	30	29
11	22	22
12	32	32

13	37.6	38
14	28.5	28
15	28	26
	45	44
17	51.2	47
18	26.8	25
19	25.5	24
20	28.5	28
Mean	326.45	312.5
Median	310	300
Mode	30	28.00
Std. Deviation	718.36	705.523
Minimum	22	19
Maximum	51.20	47

Setelah dilakukan uji efektifitas instrument *vertical jump* maka kemudian dibandingkan antara hasil *vertical jump* menggunakan instrumen *vertical jump* berbasis digital dengan instrument yang menggunakan kapur (manual). Hasil uji efektifitas dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 13. Uji T

	<b>DF</b>	<b>T TABEL</b>	<b>T HITUNG</b>	<b>P</b>	<b>SIG 5 %</b>
Vertical jump	<b>40</b>	<b>1,68</b>	0,620	<b>0,539</b>	<b>0,05</b>

Berdasarkan hasil analisis uji t pada pengembangan instrumen *vertical jump* berbasis digital untuk Mengukur tinggi lompatan menghasilkan nilai t hitung (0,620) < t tabel (1,68), nilai *p* (0,539) > dari 0,05, diartikan adanya perbedaan meskipun tidak signifikan akan tetapi mempunyai akurasi dan ketepatan yang lebih baik dalam mengukur kemampuan *Vertical Jump* dibandingkan menggunakan alat manual.

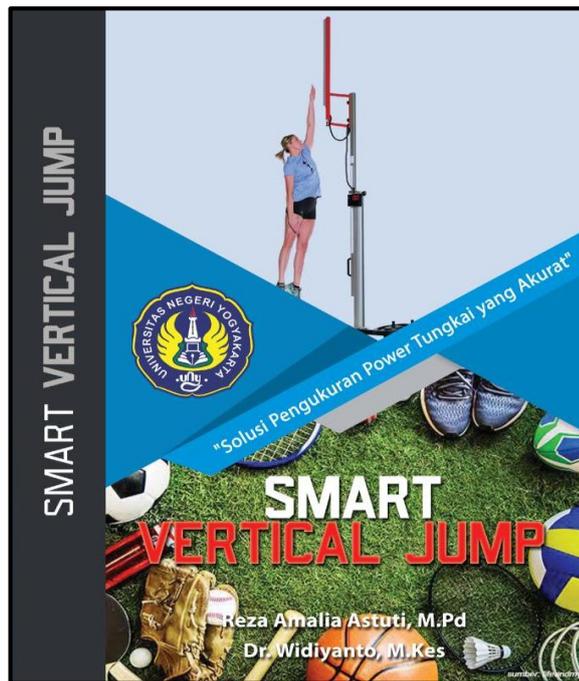
### C. Kajian Akhir Produk

#### 1. Alat *Smart Vertical Jump* untuk Mengukur *Power Tungkai* berbasis Digital

Tampilan alat *Smart Vertical Jump* dengan tinggi 3,5 meter yang terbuat dari tiang pipa dengan menggunakan sensor jarak time of Flight VL53LIX sebagai komponen penting dalam pengukuran di *Smart Vertical Jump*.



Gambar 8. Alat *Smart Vertical Jump*



Gambar 9. Buku Penggunaan Smart Vertical Jump

## 2. Penggunaan Alat Smart Vertical Jump

Cara Kerja Alat Smart Vertical Jump sebagai berikut:

- 1) Sebelum digunakan, pasang *sucker pipe holder* pada tempat yang rata atau lantai agar tiang pipa penghubung berdiri dengan tegak dan pastikan baterai dalam keadaan terisi.
- 2) Pasangkan pipa penghubung dan kabel didalam pipa penghubung mulai dari yang paling bawah sesuai dengan sticker nomor yang paling kecil.



Gambar 10. *sucker pipe holder* dan pipa penghubung terpasang

- 3) Pasangkan *box Controller and Monitoring* pada pipa penyambung, kencangkan pada skrup belakang menggunakan obeng.
- 4) Pasangkan pipa penghubung sesuai dengan urutan sticker nomor dengan mengaitkan kabel yang berada didalam pipa penghubung sehingga pipa penghubung tersambung dengan baik dan benar.



Gambar 11. *Box Controller and Monitoring* sudah terpasang dengan kabel pipa

- 5) Pasangkan sensor Jarak *Time of Flight VL53L1X* yang tersambung pada pipa penghubung dengan posisi horisontal. Kaitkan sensor pada skrup yang terdapat dibelakang tempat sensor dengan kencang agar sensor tidak goyah saat digunakan.



Gambar 12. Sensor Jarak *Time of Flight VL53L1X* tersambung dengan pipa penghubung

5. Apabila sudah terpasang semua dengan baik dan benar maka, tekan tombol power on atau off yang terdapat disamping *box Controller and Monitoring*. Pada samping *box Controller and Monitoring* terdapat lubang charger yang berfungsi untuk mengisi baterai apabila baterai telah habis.



Gambar 13. Power On dan Off untuk menghidupkan dan mematikan *Box Controller* alat *Smart Vertical Jump*

6. Setelah layar LCD menyala, pada tampilan LCD *box Controller and Monitoring* terdapat menu untuk mengatur Kalibrasi, Cek Data Sensor, Lihat Hasil dan Ambil Data baru.

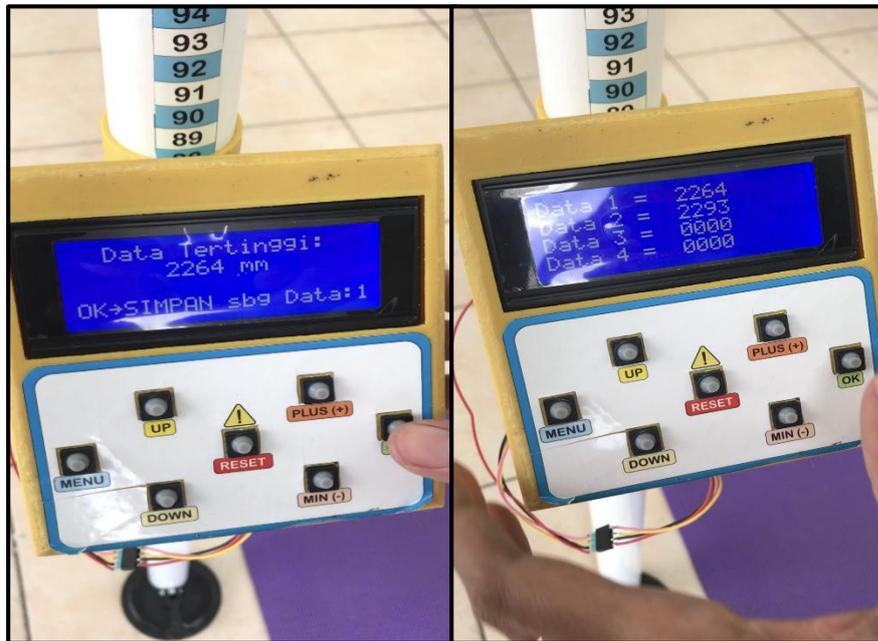


Gambar 14. Tampilan Menu pada layar LCD *box Controller and Monitoring*

7. Pada tampilan menu LCD *box Controller and Monitoring*, terdapat menu:
- Menu kalibrasi berfungsi untuk mengatur ketinggian sensor yang akan dipasang dan disesuaikan dengan sticker angka yang terdapat pada pipa penghubung.
  - Menu Cek data sensor berfungsi untuk memastikan bahwa sensor mendeteksi dengan baik.
  - Menu lihat hasil berfungsi untuk melihat hasil setelah subyek melakukan lompatan *vertical jump*.
  - Menu Ambil Data Baru berfungsi untuk mengambil lompatan yang akan dilakukan oleh subyek.

8. Pada box *Controller and Monitoring* terdapat beberapa tombol yang digunakan untuk mengatur tampilan pada box *Controller and Monitoring*.
- a. Tombol Menu, berfungsi untuk memilih menu didalam box *Controller and Monitoring*
  - b. Tombol Up dan Down, berfungsi untuk mengarahkan kursor pada box *Controller and Monitoring* ke atas dan ke bawah.
  - c. Tombol Reset, berfungsi untuk memulai lagi dari awal lompatan *Smart Vertical Jump*, dan semua data akan kosong.
  - d. Tombol Plus (+) dan Min (-) berfungsi untuk mengatur kalibrasi, menambah kalibrasi menekan tombol plus (+) dan mengurangi jumlah kalibrasi menekan tombol (-).
  - e. Tombol Ok berfungsi untuk Ok pada tampilan box *Controller and Monitoring*.

Saat subyek akan melakukan lompatan vertical jump, testor mengatur menu kalibrasi dan ambil data baru pada box *Controller and Monitoring*. Setelah subyek melakukan lompatan, maka akan diperoleh data tertinggi dan disimpan sebagai data 1. Kemudian apabila akan melakukan lompatan *vertical jump* lagi, maka testor mengatur menu ambil data baru dan dsimpan sebagai data 2, dan seterusnya sampai dengan seluruh subyek selesai melakukan lompatan *vertical jump* dengan alat *Smart Vertical Jump* berbasis digital.



Gambar 17. LCD *box Controller and Monitoring* menunjukkan tampilan hasil lompatan *vertical jump*

9. Setelah selesai melakukan lompatan menggunakan alat *smart vertical jump*, maka matikan box *Controller and Monitoring* dengan cara menekan tombol power yang terdapat disamping box. Lepas pipa perlahan dengan baik dan benar mulai tengah terlebih dahulu. Lepas kabel yang berada ditengah pipa, dengan cara mencabutnya. Kemudian lepas semua pipa penghubung, sesnor, box *Controller and Monitoring* dan *sucker pipe holder*.



Gambar 18. Rangkaian pipa penghubung *Smart Vertical Jump*

### 3. Keunggulan dan Kelebihan Alat *Smart Vertical Jump*

Pada penjelasan dibawah ini merupakan perbandingan dari alat manual dengan *smart vertical jump*.

Tabel 14. Keunggulan dan Kelebihan Alat *Smart Vertical Jump* berbasis digital

No	Keterangan	Alat Manual Kapur	Alat <i>Vertical Jump</i> berbasis Digital
1.	Akurasi dalam Pengukuran	Tidak akurat	Akurat dalam mengukur
2.	Energi	Tidak ada	Rechargeable
3.	Desain	Masih manual	Inovatif
4.	Buku panduan	Tidak ada	Lengkap dan jelas
5.	Kemasan (packing)	Tidak terdapat wadah	Terdapat wadah berupa tas
6.	Tampilan	Tidak jelas	Angka jelas menggunakan LED

Berdasarkan tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa alat *Vertical Jump* berbasis digital lebih unggul dan tentunya lebih akurat dalam mengukur tinggi lompatan sehingga alat tersebut layak dan dapat digunakan dengan mudah.

#### **D. Keterbatasan Penelitian**

Keterbatasan dalam pengembangan alat ini sebagai berikut:

1. Terbatasnya waktu peneliti hanya mengambil satu objek penelitian pada variabel pengembangan instrumen *vertical jump* berbasis digital untuk mengukur tinggi lompatan.
2. Terbatasnya sampel penelitian, yaitu hanya mengambil pada pengembangan instrumen *vertical jump* berbasis digital untuk mengukur tinggi lompatan.
3. Uji coba hanya dilakukan pada sebatas siswa, dilakukan secara door to door (peneliti datang kerumah subyek yang akan diteliti) dikarenakan siswa melaksanakan belajar dirumah dan keterbatasan dengan adanya dampak pandemi COVID-19.
4. Belum dilengkapi dengan wifi yang langsung terhubung dengan komputer.

**BAB V**  
**PENUTUP**  
**SIMPULAN & SARAN**

**A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dari pengembangan *Smart Vertical Jump* berbasis digital untuk mengukur tinggi lompatan, tentunya hasil dari pengembangan *Smart Vertical Jump* bermanfaat untuk pengembangan alat yang mulanya mengukur secara manual menjadi digital dan tentunya lebih akurat. Pengembangan alat *Smart Vertical Jump* ini tentunya sarana untuk mempermudah para pelatih dan para pendidik khususnya bidang olahraga dalam menganalisis atau mengukur gerak dasar khususnya pada tinggi lompatan. Pengembangan alat *Vertical Jump* berbasis digital untuk mengukur tinggi lompatan ini juga dilengkapi dengan buku panduan penggunaan yang tentunya sudah divalidasi oleh para ahli dibidangnya dan layak untuk digunakan secara luas.

**B. Saran dan Pemanfaatan Produk**

- 1) Bagi guru perlu untuk menggunakan alat *Smart Vertical Jump* berbasis digital untuk mengukur tinggi lompatan dalam pembelajaran saat pengukuran gerak dasar dalam olahraga khususnya dalam mengukur tinggi lompatan.
- 2) Bagi pelatih yang masih menggunakan alat pengukuran manual dengan kapur disarankan untuk menggunakan alat *Smart Vertical Jump* berbasis digital karena hasil pengukuran lebih akurat, efektif, valid dan reliabel.

- 3) Praktisi atau pihak laboratorium apabila akan melakukan pengukuran gerak dasar dalam olahraga khususnya dalam mengukur tinggi lompatan menggunakan alat *Smart Vertical Jump* berbasis digital sebaiknya membaca dan memahami buku panduannya terlebih dahulu.
- 4) Perlu diadakan penelitian lanjutan oleh para peneliti berikutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ambarwati, D. R., Widiastuti, W., & Pradityana, K. (2017). Pengaruh daya ledak otot lengan, kelentukan panggul, dan koordinasi terhadap keterampilan tolak peluru gaya O'Brien. *Jurnal Keolahragaan*. <https://doi.org/10.21831/jk.v5i2.14918>
- Arikunto, S. (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arini, N. K., Syahrudin, H., & Sudatha, I. G. W. (2013). Pengaruh Model Pembelajaran ADDIE terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Dalam Pembelajaran IPA Siswa Kelas V di Desa Pedawa. *Universitas Pendidikan Ganesha Singaraja*.
- Arjuna, F. (2019). Gambaran Komponen Fisik Predominan (Komponen Fisik Dasar) Pelatih Sso Real Madrid Fik Uny Tahun 2016. *Jurnal Ilmu Keolahragaan*. <https://doi.org/10.26418/jilo.v2i1.32627>
- Arossha Senanayake, S. M. N., & Naim, A. G. (2019). Smart Sensing and Biofeedback for Vertical Jump in Sports. In *Smart Sensors, Measurement and Instrumentation* (Vol. 29, pp. 63–81). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-99540-3\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-99540-3_5)
- Ashar, M., Syafruddin, S., Gusril, G., & Barlian, E. (2018). *PJOK learning model through playing activities to build student character: designing and developing stage*. <https://doi.org/10.29210/201818>
- Azwar, S. (2011). *Reliabilitas dan Validitas*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Bell, S. M. (2005). Book Review: Applied educational assessment (2nd ed.). *Journal of Psychoeducational Assessment*, 23(1), 76–82. <https://doi.org/10.1177/073428290502300106>
- Dal Pupo, J., Gheller, R. G., Dias, J. A., Rodacki, A. L. F., Moro, A. R. P., & Santos, S. G. (2014). Reliability and validity of the 30-s continuous jump test for

- anaerobic fitness evaluation. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(6), 650–655. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2013.09.007>
- Darmiento, A., Galpin, A. J., & Brown, L. E. (2012). Vertical jump and power. *Strength and Conditioning Journal*. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3182752b25>
- DiStefano, L. J., Clark, M. A., & Padua, D. A. (2009). Evidence Supporting Balance Training in Healthy Individuals: A Systemic Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(9), 2718–2731. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c1f7c5>
- Esegine Diejomaoh, S. O., Akarah, E., & Tayire, F. O. (2015). Availability of Facilities and Equipment for Sports Administration at the Local Government Areas of Delta State, Nigeria. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*. <https://doi.org/10.5901/ajis.2015.v4n2p307>
- Fenanlampir, A., & Muhammad Muhyi, F. (2015). *Tes dan Pengukuran dalam Olahraga*. Penerbit Andi.
- García-Ramos, A., Štirn, I., Padial, P., Argüelles-Cienfuegos, J., De la Fuente, B., Strojnik, V., & Feriche, B. (2015). Predicting vertical jump height from bar velocity. *Journal of Sports Science and Medicine*, 14(2), 256–262. Retrieved from <http://www.jssm.org>
- Hartmann, D., & Kwauk, C. (2011). Sport and development: An overview, critique, and reconstruction. *Journal of Sport and Social Issues*. <https://doi.org/10.1177/0193723511416986>
- Higgins, S., Xiao, Z., & Katsipataki, M. (2012). *The Impact of Digital Technology on Learning: A Summary for the Education Endowment Foundation Full Report*.
- Hunter, J. P., & Marshall, R. N. (2002). Effects of power and flexibility training on vertical jump technique. *Medicine and Science in Sports and Exercise*.

<https://doi.org/10.1097/00005768-200203000-00015>

Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Maffiuletti, N., & Marcora, S. M. (2007). A vertical jump force test for assessing bilateral strength asymmetry in athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*.  
<https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31814fb55c>

Iswana, B., & Siswantoyo, S. (2013). Model Latihan Keterampilan Gerak Pencak Silat Anak Usia 9-12 Tahun. *Jurnal Keolahragaan*.  
<https://doi.org/10.21831/jk.v1i1.2343>

Loland, S. (2002). Technology in sport: Three ideal-typical views and their implications. *European Journal of Sport Science*.  
<https://doi.org/10.1080/17461390200072105>

Lutan, R. (2001). Mengajar Penjas Pendekatan Pendidikan Gerak di Sekolah Dasar. *Jakarta: Direktorat Jendral Olahraga*.

Maksum, A. (2012). *Metodologi Penelitian dalam Olahraga*. Surabaya: Unesa University press.

Nana Syaodih, S. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung : PT. Remaja Rosdakarya.

Nasution, I. E., & Suharjana. (2015). Pengembangan Model Latihan Sepak Bola Berbasis Kelincahan Dengan Pendekatan Bermain. *Jurnal Keolahragaan*.  
<https://doi.org/10.21831/jk.v3i2.6241>

Ngafifi, M. (2014). Kemajuan Teknologi Dan Pola Hidup Manusia Dalam Perspektif Sosial Budaya. *Jurnal Pembangunan Pendidikan: Fondasi Dan Aplikasi*. <https://doi.org/10.21831/jppfa.v2i1.2616>

Nugroho, E. D. (2016). Pengembangan Alat Pelontar Bola Multifungsi. *Pend. Keplatihan Olahraga - S1, 1(2)*. Retrieved from <http://journal.student.uny.ac.id/ojs/ojs/index.php/pko/article/view/2294>

- Nurhayati, T. (2018). Jurnal Pendidikan Jasmani dan Olahraga. *Pendidikan Jasmani Olahraga*. <https://doi.org/10.17509/jpjo.v3i1.10461>
- O'Boyle, I., & Hassan, D. (2014, May 27). Performance management and measurement in national-level non-profit sport organisations. *European Sport Management Quarterly*, Vol. 14, pp. 299–314. <https://doi.org/10.1080/16184742.2014.898677>
- Pagani, L., Argentin, G., Gui, M., & Stanca, L. (2016). The impact of digital skills on educational outcomes: evidence from performance tests. *Educational Studies*, 42(2), 137–162. <https://doi.org/10.1080/03055698.2016.1148588>
- Paul, D. J., Gabbett, T. J., & Nassis, G. P. (2016). Agility in Team Sports: Testing, Training and Factors Affecting Performance. *Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0428-2>
- Pekik Irianto, D. (2004). *Pedoman Praktis Berolahraga untuk Kebugaran dan Kesehatan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Pekik Irianto, D. (2005). Program Diet Untuk Mengendalikan Berat Badan Olahragawan Menuju Puncak Prestasi. *Jurnal Olahraga Prestasi*.
- Pupo, J. D., Dias, J. A., Gheller, R. G., Detanico, D., & Santos, S. G. Dos. (2013). Stiffness, intralimb coordination, and joint modulation during a continuous vertical jump test. *Sports Biomechanics*, 12(3), 259–271. <https://doi.org/10.1080/14763141.2013.769619>
- Purnama Putra, A., & Siswantoyo, M. (2019). *The Development of Smart Flexibility Tools to Measure the Digital-Based Abilities*. <https://doi.org/10.2991/yishpess-cois-18.2018.157>
- R., D., S., R. A., M., K., & A., B. (2014). Relationship of vertical jump test with anthropometric parameters and body composition in university students - a gender variation. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*, 02(1).

- Rahmat, R., Rusdiana, A., & Supriyatna, A. (2016). Pengembangan Alat Ukur Kecepatan Lari Berbasis Mikrokontroler Dengan Interfacing Personal Computer. *Jurnal Terapan Ilmu Keolahragaan*, 1(1), 34. <https://doi.org/10.17509/jtikor.v1i1.1551>
- Ratten, V., & Ratten, V. (2019). Technology Commercialization. In *Sports Technology and Innovation*. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-75046-0\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-75046-0_4)
- Rodríguez-Rosell, D., Mora-Custodio, R., Franco-Márquez, F., Yáñez-García, J. M., & González-Badillo, J. J. (2017). Traditional vs. Sport-Specific Vertical Jump Tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(1), 196–206. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001476>
- Saputro, Y. D. (2018). Survei Tingkat Kebugaran Jasmani Pada Siswa Putri Kelas Viii Mts Surya Buana Malang Tahun Pelajaran 2017/2018. *JP.JOK (Jurnal Pendidikan Jasmani, Olahraga Dan Kesehatan)*. <https://doi.org/10.33503/jpjok.v1i2.170>
- Setiawan, D. (2018). Dampak Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi Terhadap Budaya. *JURNAL SIMBOLIKA: Research and Learning in Communication Study*, 4(1), 62. <https://doi.org/10.31289/simbollika.v4i1.1474>
- Setiawan, W. (2017). Era Digital dan Tantangannya. *Seminar Nasional Pendidikan 2017*.
- Sridadi. (2009). Sumbangan Tes Koordinasi Mata, Tangan, dan Kaki yang Digunakan Untuk Seleksi Calon Mahasiswa Baru Prodi PJKR Terhadap Mata Kuliah Praktek Dasar Gerak Softball. *Jurnal Keolahragaan*.
- Sudaryanto, & Erna. (2009). *Perbedaan Pengaruh Quadriceps Bench Exercise antara Beban 5 RM dan 10 RM terhadap Peningkatan Daya Ledak Tungkai*. Makassar : Ikatan Fisioterapi Makassar.
- Sudiana, I. K. (2014). Peran Kebugaran Jasmani bagi Tubuh. *Seminar Nasional*

*FMIPA UNDIKSHA IV.*

- Sudibjo, P., Suharjana, S., & Apriyanto, K. D. (2019). Program Aktivitas Berbasis Aerobik Pada Lansia Untuk Meningkatkan Kebugaran Dan Kualitas Profil Antropometri. *MEDIKORA*. <https://doi.org/10.21831/medikora.v17i2.29186>
- Sudjiono, A. (2011). Pengantar Evaluasi Pendidikan. In *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Sugiyono. (2010). Metode Penelitian Kuantitatif & RND. In *perpustakaan.poltekkes-malang.ac*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2012). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D. Bandung: Alfabeta. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R & D. Bandung: Alfabeta*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D*. Bandung : Alfabeta.
- Suharjana. (2013). *Kebugaran Jasmani*. FIK-UNY.
- Suharjana. (2015). Analisis Program Kebugaran Jasmani Pada Pusat-Pusat Kebugaran Jasmani Di Yogyakarta. *MEDIKORA*. <https://doi.org/10.21831/medikora.v11i2.2813>
- Sumarno, A. (2012). *Penelitian Kausalitas Komparatif*. Surabaya: Elearning Unesa.
- Walter R Borg, & Meredith D Gall. (1983). *Education Research; An Introduction*. Retrieved from <https://www.worldcat.org/title/educational-research-an-introduction/oclc/557863038>
- Widiastuti. (2015). *Tes dan Pengukuran Olahraga* . Rajagrafindo Persada.
- Yusuf, H. (2018). Evaluasi Kebugaran Jasmani Melalui Harvard Step Test pada Mahasiswa PJKR Tahun 2016/2017 IKIP Budi Utomo. *JP.JOK (Jurnal Pendidikan Jasmani, Olahraga Dan Kesehatan)*.

<https://doi.org/10.33503/jpjok.v1i2.162>

# LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Izin Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
PASCASARJANA

Jalan Colombo Nomor 1 Yogyakarta 55281  
Telp. Direktur (0274) 550835, Asdir/TU (0274) 550836 Fax. (0274)520326  
Laman: pps.uny.ac.id Email: pps@uny.ac.id, humas\_pps@uny.ac.id

Nomor : 3692 /UN34.17/LT/2020  
Hal : Izin Penelitian

19 Juni 2020

Yth. SMP N 1 PANDAK  
Kepala Sekolah SMP N 1 PANDAK

Bersama ini kami mohon dengan hormat, kiranya Bapak/Ibu/Saudara berkenan memberikan izin kepada mahasiswa jenjang S-2 Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta:

Nama : REZA AMALIA ASTUTI  
NIM : 18711251022  
Program Studi : Ilmu Keolahragaan

untuk melaksanakan kegiatan penelitian dalam rangka penulisan tesis yang dilaksanakan pada:

Waktu : Juni s.d Agustus 2020  
Lokasi/Objek : Jl. Srandakan Km. 1 Karangasem, Gilangharjo, Kec. Pandak, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55761  
Judul Penelitian : Pengembangan Instrumen Vertical Jump Berbasis Digital  
Pembimbing : Dr. Widiyanto, M.Kes.

Demikian atas perhatian, bantuan dan izin yang diberikan, kami ucapkan terima kasih

Wakil Direktur I,



Tembusan:  
Mahasiswa Ybs.

Dr. Sugito, MA.  
NIP 19600410 198503 1 002

Lampiran 2. Surat Keterangan Penelitian



**PEMERINTAH DAERAH KABUPATEN BANTUL  
DINAS PENDIDIKAN PEMUDA DAN OLAAHRAGA  
SMP NEGERI 1 PANDAK**

Jalan Srandakan Km.1, Gilangharjo, Pandak, Bantul 55761 Telp. 367375  
Website : <http://www.smp1pandak.sch.id> e-mail [info@smp1pandak.sch.id](mailto:info@smp1pandak.sch.id)

**SURAT KETERANGAN PENELITIAN**

NO: 422 /340

Berdasarkan surat permohonan ijin penelitian no 3692/ UN34.17/LT/2020 maka yang bertanda tangan di bawah ini :

nama : Dr. TITIK SUNARTI W., M. Pd.  
NIP : 19710327 199303 2 005  
pangkat/golongan : Pembina Utama Muda IV/c  
jabatan : Kepala Sekolah  
unit kerja : SMP Negeri 1 Pandak

menerangkan bahwa,

nama : REZA AMALIA ASTUTI  
NIM/ No KTP : 18711251022  
pekerjaan : Mahasiswa  
program studi : Ilmu Keolahragaan, UNY Yogyakarta

telah melakukan penelitian dalam rangka penulisan tesis yang berjudul “ Pengembangan Instrumen Vertical Jump Berbasis Digital “ yang dilaksanakan pada bulan Juni s.d Agustus 2020 di SMPN 1 Pandak

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Pandak, 26 Agustus 2020  
Kepala Sekolah,  
  
Dr. TITIK SUNARTI W., M. Pd.  
NIP: 19710327 199303 2 005

Lampiran 3. Lembar Validasi Ahli Materi

1. Lembar Validasi

**LEMBAR VALIDASI**  
**PENGEMBANGAN INSTRUMEN *VERTICAL JUMP* BERBASIS DIGITAL UNTUK**  
**MENGUKUR *POWER* TUNGKAI**

**OLEH AHLI MATERI**

Materi :  
Sasaran Alat :  
Validator :  
Tanggal Validasi :

Petunjuk Pengisian :

1. Lembar validasi ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu sebagai ahli alat dalam instrumen *vertical jump* berbasis digital untuk mengukur *power* tungkai.
2. Pendapat, kritik, saran, penilaian, dan komentar Bapak/Ibu sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas instrumen *vertical jump* berbasis digital untuk mengukur *power* tungkai.
3. Sehubungan dengan hal tersebut, dimohon Bapak/Ibu memberikan tanda ceklis '√' pada kolom 1,2,3,4 atau 5 untuk setiap pernyataan yang sesuai menurut pendapat Bapak/Ibu.

Contoh:

No	Indikator	1	2	3	4	5
1.	Kejelasan Materi				√	
2.	Urutan Materi					√

Keterangan Skala:

- 5 = Sangat Baik
- 4 = Baik
- 3 = Cukup
- 2 = Kurang
- 1 = Sangat Kurang

4. Komentar atau saran Bapak/Ibu mohon untuk dituliskan pada lembar yang telah disediakan. Apabila lembar yang disediakan tidak mencukupi, mohon untuk dituliskan pada lembar tambahan yang telah disediakan.
5. Atas kesediaan Bapak/Ibu dalam mengisi lembar validasi ini, diucapkan terima kasih.

**A. Instrumen *Vertical Jump* Berbasis Digital Untuk Mengukur *Power* Tungkai**

No	Pernyataan	Skala Penilaian				
		1	2	3	4	5
1.	Kejelasan sasaran penggunaan dari instrumen <i>vertical jump</i> berbasis digital untuk mengukur <i>power</i> tungkai				✓	
2.	Kejelasan indikator hasil tes yang dilakukan				✓	
3.	Alat yang dikembangkan sesuai dengan penggunaan teknologi digital					✓
4.	Instrumen <i>vertical jump</i> yang dikembangkan dapat membantu dan mempermudah dalam mengukur <i>power</i> tungkai					✓
5.	Instrumen <i>vertical jump</i> yang dikembangkan mudah digunakan dan dibawa				✓	
6.	Instrumen <i>vertical jump</i> yang dikembangkan ekonomis					✓
7.	Instrumen <i>vertical jump</i> yang dikembangkan lebih praktis, akurat, efektif dan efisien				✓	
8.	Data yang tersimpan dalam pelaksanaan tes dapat mempermudah pengolahannya					✓
9.	Petunjuk penggunaan alat jelas				✓	
10.	Alat mudah digunakan oleh sendiri maupun bantuan asisten					✓

**B. Tampilan Buku**

No	Pernyataan	Skala Penilaian				
		1	2	3	4	5
1.	Cover buku panduan instrumen <i>vertical jump</i>				✓	
2.	Ukuran huruf yang digunakan dalam buku panduan instrumen <i>vertical jump</i>					✓
3.	Font yang digunakan dalam buku panduan pada instrumen <i>vertical jump</i>				✓	
4.	<i>Layout</i> dalam buku panduan instrumen <i>vertical jump</i>				✓	
5.	Kejelasan gambar dalam buku panduan instrumen <i>vertical jump</i>				✓	
6.	Pemilihan tata bahasa yang mudah dipahami					✓
7.	Sumber referensi				✓	
8.	Komposisi warna				✓	

### Komentar dan Saran Umum

Revisi SOP penggunaan alat

### Kesimpulan

Sesuai dengan hasil penilaian yang telah dilakukan, maka program ini dinyatakan:

1. Layak uji coba lapangan tanpa revisi
2. Layak untuk uji coba lapangan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak dilakukan uji coba lapangan

(Mohon untuk melingkari pada nomor sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu)

Yogyakarta, 26 Juni 2020

Validator

  
Prof. Dr. Subhanjaya

Lampiran 4. Validasi ahli Media

2. Lembar Validasi

LEMBAR VALIDASI

PENGEMBANGAN INSTRUMEN *VERTICAL JUMP* BERBASIS DIGITAL UNTUK MENGUKUR *POWER* TUNGKAI

OLEH AHLI MEDIA

Materi : Instrumen Vertical Jump berbasis digital untuk mengukur *Power* Tungkai  
Sasaran Alat : Siswa usia anak-anak sampai dewasa dan atlet  
Validator :  
Tanggal Validasi :

Petunjuk Pengisian :

1. Lembar validasi ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu sebagai ahli alat dalam instrumen *vertical jump* berbasis digital untuk mengukur *power* tungkai.
2. Pendapat, kritik, saran, penilaian, dan komentar Bapak/Ibu sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas instrumen *vertical jump* berbasis digital untuk mengukur *power* tungkai.
3. Sehubungan dengan hal tersebut, dimohon Bapak/Ibu memberikan tanda ceklis '√' pada kolom 1,2,3,4 atau 5 untuk setiap pernyataan yang sesuai menurut pendapat Bapak/Ibu.

Contoh:

No	Indikator	1	2	3	4	5
1.	Kejelasan Materi				√	
2.	Urutan Materi					√

Keterangan Skala:

5 = Sangat Baik

4 = Baik

3 = Cukup

2 = Kurang

1 = Sangat Kurang

4. Komentar atau saran Bapak/Ibu mohon untuk dituliskan pada lembar yang telah disediakan. Apabila lembar yang disediakan tidak mencukupi, mohon untuk dituliskan pada lembar tambahan yang telah disediakan.
5. Atas kesediaan Bapak/Ibu dalam mengisi lembar validasi ini, diucapkan terima kasih.

**A. Aspek Media**

No	Pernyataan	Skala Penilaian				
		1	2	3	4	5
1.	Tampilan dan kemasan instrumen <i>vertical jump</i>				✓	
2.	Teknologi yang digunakan berbasis digital					✓
3.	Kesesuaian jenis dan huruf pada instrumen <i>vertical jump</i>					✓
4.	Kejelasan petunjuk penggunaan instrumen <i>vertical jump</i>					✓
5.	Kemudahan dalam penggunaan instrumen <i>vertical jump</i>					✓
6.	Kemudahan petunjuk pengoperasian					✓
7.	Ketepatan dan keserasian dalam penggunaan komposisi dan kombinasi warna				✓	
8.	Bahan pada alat yang digunakan aman, murah, dan mudah didapat					✓
9.	Alat dapat menyimpan data tes yang sudah dilakukan dalam micro SD				✓	
10.	Besarnya micro SD untuk penyimpanan bisa disesuaikan dengan kebutuhan				✓	
11.	Kejelasan indikator dalam LED					✓
12.	Kejelasan <i>font</i> dalam LED				✓	
13.	Energi baterai <i>rechargeable</i>				✓	

**B. Tampilan Buku**

No	Pernyataan	Skala Penilaian				
		1	2	3	4	5
1.	Cover buku panduan instrumen <i>vertical jump</i>				✓	
2.	Ukuran huruf yang digunakan dalam buku panduan instrumen <i>vertical jump</i>					✓
3.	Font yang digunakan dalam buku panduan pada instrumen <i>vertical jump</i>				✓	
4.	<i>Layout</i> dalam buku panduan instrumen <i>vertical jump</i>				✓	
5.	Kejelasan gambar dalam buku panduan instrumen <i>vertical jump</i>				✓	
6.	Pemilihan tata bahasa yang mudah dipahami					✓
7.	Sumber referensi				✓	
8.	Komposisi warna				✓	



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
PASCASARJANA  
Jalan Colombo Nomor 1 Yogyakarta 55281  
Telepon (0274) 550836, Faksimile (0274) 520326  
Laman: pps.uny.ac.id E-mail: humas\_pps@uny.ac.id

**SURAT KETERANGAN VALIDASI**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dr. Fatchul Arifin, MT.  
Jabatan/Pekerjaan : Dosen S2 PTEI  
Instansi Asal : Pasca sarjana UMY

Menyatakan bahwa media pembelajaran dengan judul:  
Pengembangan Instrumen Vertical Jump Berbasis Digital  
dari mahasiswa:

Nama : Reza Amalia Astuti  
Program Studi : Ilmu Keolahragaan  
NIM : 18711251022

(sudah siap/~~belum siap~~)\* dipergunakan untuk penelitian dengan menambahkan beberapa saran sebagai berikut:

1. Tambah identitas pada alat.
2. Lengkapi dengan buku panduan

Demikian surat keterangan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 05 Juli 2020  
Validator,

Dr. Fatchul Arifin

\*) coret yang tidak perlu

Lampiran 5. Dokumentasi Uji Coba Skala Kecil dan Besar

