

**PENGEMBANGAN MATA ELANG PENDETEKSI *FOUL* PADA SERVIS
PERMAINAN SEPAK TAKRAW**



**Oleh:
PUTRI PRASTIWI WULANDARI
NIM. 20708261012**

Disertasi ini ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan
mendapatkan gelar Doktor Pendidikan

**PROGRAM DOKTOR ILMU KEOLAHRAGAAN
FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN DAN KESEHATAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2024**

ABSTRAK

Putri Prastiwi Wulandari: Pengembangan Mata Elang Pendeteksi *Foul* pada Servis Sepak Takraw. **Disertasi. Yogyakarta: Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan, Universitas Negeri Yogyakarta, 2024.**

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) membuat alat pendeteksi *foul* pada servis dalam permainan sepak takraw, (2) menganalisis kelayakan alat pendeteksi *foul* pada servis dalam permainan sepak takraw, (3) menganalisis efektivitas pendeteksi *foul* pada servis dalam permainan sepak takraw.

Penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan pendekatan *analyze, design, develop, implement, evaluate* (ADDIE). Langkah-langkah pengembangan sebagai berikut: (1) studi pendahuluan, (2) desain model, (3) validasi instrumen dan revisi, validasi model dan revisi, (4) uji coba terbatas dan revisi, uji coba luas dan revisi, (5) uji efektivitas dengan pengukuran kepuasan penggunaan alat. Uji skala kecil dilakukan pada 10 wasit, uji skala besar 1 dilakukan pada 30 wasit dan uji skala besar 2 dilakukan pada 50 wasit. Instrumen penelitian adalah kuisioner. Teknik analisis data menggunakan rumus aiken, persentase dan deskriptif data dibantu dengan aplikasi *Excel*.

Hasil penelitian didapatkan: (1) terciptanya alat pendeteksi *foul*, (2) berdasarkan penilaian dari lima ahli materi alat pendeteksi *foul* ditemukan nilai validitas isi dengan rumus aiken V 0.75 - 1.00, (3) berdasarkan penilaian uji skala kecil diperoleh nilai persentase 95% dengan kategori sangat baik, (4) Berdasarkan penilaian uji skala besar 1 diperoleh nilai persentase 90% dengan kategori sangat baik dan uji skala 2 diperoleh nilai persentase 86% dengan kategori sangat baik, (5) Berdasarkan hasil uji efektivitas dengan penilaian kepuasan dan kepraktisan diperoleh nilai persentase 95% dengan kategori sangat baik, .. Kesimpulan bahwa alat pendeteksi *foul* untuk sepak takraw berdasarkan penilaian ahli materi dapat dikatakan layak secara konten. Produk pendeteksi *foul* dapat dikatakan layak berdasarkan penilaian wasit. Berdasarkan pengujian efektivitas pendeteksi *foul* dapat dikatakan memiliki kepuasan dan kepraktisan menurut penilaian wasit.

Kata Kunci: Mata Elang, *Foul*, Servis, Sepak Takraw

ABSTRACT

Putri Prastiwi Wulandari: *Development of Foul Detection Eagle Eyes on Sepak Takraw Serve. Disertasi. Yogyakarta: Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan, Universitas Negeri Yogyakarta, 2024.*

This study aims to: (1) make a foul detection device on serve in the game of sepak takraw, (2) analyze the feasibility of a foul detection device on serve in the game of sepak takraw, (3) analyze the effectiveness of foul detection on serve in the game of sepak takraw.

This research is a development research with an analyze, design, develop, implement, and evaluate (ADDIE) approach. The development steps are as follows: (1) preliminary studies, (2) model design, (3) instrument validation and revision, model validation and revision, (4) limited trials and revisions, extensive trials and revisions, (5) effectiveness tests with measurement of tool usage satisfaction. Small-scale tests were conducted on 10 referees, large-scale test 1 was conducted on 30 referees, and large-scale test 2 was carried out on 50 referees. The research instrument is a questionnaire. Data analysis techniques using Aiken, percentage, and descriptive data formulas are assisted by Excel applications.

The results of the study were obtained: (1) the creation of a foul detection device, (2) based on the assessment of five material experts of foul detection equipment, a content validity value was found with the formula Aiken $V 0.75 - 1.00$, (3) based on a small-scale test assessment obtained a percentage value of 95% with a very good category, (4) Based on the assessment of large-scale test 1 obtained a percentage value of 90% with a very good category and a scale test 2 obtained a percentage value of 86% with a very good category, (5) Based on the results of the effectiveness test with satisfaction and practicality assessment, a percentage value of 95% was obtained with a very good category. The conclusion that foul detection tools for sepak takraw based on expert assessment of the material can be said to be content-worthy. The foul detection process can be said to be feasible based on the referee's judgment. Based on testing the effectiveness of foul detectors can be said to have satisfaction and practicality according to the referee's assessment.

Keywords: *Eagle Eye, Foul, Service, Sepak Takraw*

**PENGEMBANGAN MATA ELANG PENDETEKSI *FOUL*
PADA SERVIS DAN NET PERMAINAN SEPAK TAKRAW**



PUTRI PRASTIWI WULANDARI

20708261012

Proposal Disertasi ditulis untuk memenuhi Sebagian persyaratan
mendapatkan gelar Doktor Pendidikan
Program Studi Ilmu Keolahragaan

Menyetujui untuk diajukan pada ujian pradisertasi

TIM PEMBIMBING

NAMA/JABATAN	Tanda Tangan	Tanggal
Prof. Dr. Siswantoyo, M.Kes., AIFO (Pembimbing 1)		31/3/2021
Dr. Pangung Sutapa, M.S. (Pembimbing 2)		31/3/2021

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGEMBANGAN MATA ELANG PENDETEKSI *FOUL* PADA SERVIS PERMAINAN SEPAK TAKRAW

PUTRI PRASTIWI WULANDARI
NIM 20708261012

Telah disetujui untuk dipertahankan di depan Dewan Penguji Kelayakan Disertasi
Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan Universitas Negeri Yogyakarta

Tanggal:

TIM PEMBIMBING

Nama/Jabatan

Prof. Dr. Siswantoyo, M.Kes., AIFO.
(Promotor)

Tanda Tangan


.....

Tanggal

.....

Prof. Dr. Drs. Pangung Sutapa, M.S.
(Kopromotor)


.....

.....

Yogyakarta, 27 Maret 2024
Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan
Universitas Negeri Yogyakarta



Dekan,

Prof. Dr. Ahmad Nasrulloh, M.Or.
NIP. 198306262008121002

Koordinator Program Studi,



Prof. Dr. Sumaryanti, M.S.
NIP. 195801111982032001




LEMBAR PENGESAHAN

PENGEMBANGAN MATA ELANG PENDETEKSI *FOUL* PADA SERVIS PERMAINAN SEPAK TAKRAW

**PUTRI PRASTIWI WULANDARI
NIM 20708261012**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Kelayakan Disertasi
Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan Universitas Negeri Yogyakarta
Tanggal: 5 April 2024

DEWAN PENGUJI

Nama/Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Prof. Dr. Ahmad Nasrulloh, M.Or. (Ketua Penguji)		30/04/2024
Dr. Sulistiyono, M.Pd. (Sekretaris Penguji)		29/04/2024
Prof. Dr. Sumaryanti, M.S. (Penguji 1)		29/04/2024
Dr. Yudanto, M.Pd. (Penguji 2)		29/04/2024
Prof. Dr. Siswantoyo, M.Kes., AIFO. (Promotor)		29/04/2024
Prof. Dr. Drs. Panggung Sutapa, M.S. (Kopromotor)		30/04/2024

Yogyakarta, 30/04/2024
Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan
Universitas Negeri Yogyakarta
Dekan



Prof. Dr. Ahmad Nasrulloh, M.Or.
NIP. 198306262008121002

LEMBAR PENGESAHAN

PENGEMBANGAN MATA ELANG PENDETEKSI FOUL PADA SERVIS PERMAINAN SEPAK TAKRAW

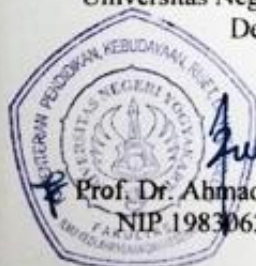
**PUTRI PRASTIWI WULANDARI
NIM 20708261012**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Hasil Disertasi
Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan
Universitas Negeri Yogyakarta
Tanggal: 8 Mei 2024

DEWAN PENGUJI

Nama/Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Prof. Dr. Ahmad Nasrulloh, M.Or. (Ketua/Penguji)		13/05/2024
Dr. Sulistiyono, M.Pd. (Sekretaris/Penguji)		12/05/2024
Prof. Dr. Siswantoyo, M.Kes., AIFO. (Promotor)		13/05/2024
Prof. Dr. Pangung Sutapa, M.S. (Kopromotor)		12/05/2024
Dr. Taufiq Hidayah, M.Kes. (Penguji I)		11/05/2024
Prof. Dr. Sumaryanti, M.S. (Penguji II)		13/05/2024
Dr. Yudanto, M.Pd. (Penguji III)		13/05/2024

Yogyakarta, 13 Mei 2024
Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan
Universitas Negeri Yogyakarta
Dekan,



Prof. Dr. Ahmad Nasrulloh, M.Or.
NIP. 198306262008121002

LEMBAR PENGESAHAN

PENGEMBANGAN MATA ELANG PENDETEKSI FOUL PADA SERVIS PERMAINAN SEPAK TAKRAW

**PUTRI PRASTIWI WULANDARI
NIM 20708261012**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Sidang Promosi Doktor
Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan
Universitas Negeri Yogyakarta
Tanggal: 17 Mei 2024

DEWAN PENGUJI

Nama/Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Prof. Dr. Ahmad Nasrulloh, M.Or. (Ketua/Penguji)		22/5-2024
Dr. Aris Fajar Pambudi, M.Or. (Sekretaris/Penguji)		22-5-2024
Prof. Dr. Siswantoyo, M.Kes., AIFO. (Promotor)		22-5-2024
Prof. Dr. Panggung Sutapa, M.S. (Kopromotor)		20-5-2024
Dr. Taufiq Hidayah, M.Kes. (Penguji I)		17-5-2024
Prof. Dr. Sumaryanti, M.S. (Penguji II)		17-5-2024
Dr. Yudanto, M.Pd. (Penguji III)		17-5-2024

Yogyakarta, 22 Mei 2024
Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan
Universitas Negeri Yogyakarta
Dekan,



Prof. Dr. Ahmad Nasrulloh, M.Or.
NIP-198106261008121002

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : PUTRI PRASTIWI WULANDARI
Nomor Mahasiswa : 20708261012
Program Studi : Ilmu Keolahragaan

Dengan ini menyatakan bahwa disertasi ini merupakan hasil karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar doktor di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya dalam disertasi 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, 21 Maret 2024



Putri Prastiwi Wulandari
Putri Prastiwi Wulandari
NIM 20708261012

LEMBAR PERSEMBAHAN

1. Terima kasih kepada Allah SWT yang selalu memberikan nikmat dan karunia yang sangat luar biasa hingga saat ini, dalam sebuah kehidupan yang penuh kebahagiaan dan rasa syukur yang tiada henti.
2. Terima kasih untuk yang selalu memberikan kasih sayang, untuk ibu, ayah, suami, dan anak

KATA PENGANTAR

Penulis memanjatkan puji syukur ke hadapan Allah SWT atas berkat, rahmat, bimbingan serta petunjuk-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan disertasi yang berjudul: “Pengembangan Mata Elang Pendeteksi *Foul* pada Servis Permainan Sepak Takraw”.

Penulis sadar bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak disertasi ini tidak dapat terselesaikan dan terwujud. Pada kesempatan ini penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

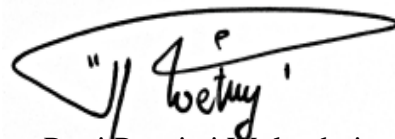
1. Prof. Dr. Sumaryanto, M.Kes., selaku Rektor Universitas Negeri Yogyakarta, yang telah mengizinkan peneliti untuk menempuh studi di Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Prof. Dr. Ahmad Nasrulloh, M.Or., selaku Dekan Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan Universitas Negeri Yogyakarta, yang telah mengizinkan peneliti untuk menempuh studi di Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Prof. Dr. Sumaryanti, M.S., selaku Koorprodi Program Doktor Ilmu Keolahragaan Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan Universitas Negeri Yogyakarta telah memberikan motivasi, bimbingan, masukan, dan arahan pada peneliti dalam menyelesaikan disertasi ini.
4. Prof. Dr. Siswantoyo, M.Kes. AIFO., selaku Promotor dengan kesabarannya telah memberikan bimbingan dan arahan pada peneliti dalam menyelesaikan disertasi ini.
5. Prof. Dr. Drs. Panggung Sutapa, M.S., selaku Ko-Promotor dengan kesabarannya telah memberikan bimbingan dan arahan pada peneliti dalam menyelesaikan disertasi ini.

6. Para penguji dan Dosen-dosen Program Studi Doktor Ilmu Keolahragaan program Universitas Negeri Yogyakarta.
7. Teman-teman seperjuangan Mahasiswa Program Studi Doktoral Ilmu Keolahragaan Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan Universitas Negeri Yogyakarta.
8. Anak-anak speak takraw yang terlibat dalam dalam penelitian ini, maturnuwun telah bersedia membantu dalam proses pengambilan data pada penyelesaian disertasi ini.
9. Kedua orang tua saya ayahanda Sahil, ibunda Lilik Sulistyowati, suamiku Ginanjar Eko Ariyanto, dan anak saya Thafana Ariyandra Hifza yang dengan ketulusannya selalu memberikan doa, kasih sayang dan semangat, serta selalu *mensupport* dalam segala hal agar disertasi ini dapat selesai, terimakasih telah bersabar dan rela terbagi waktunya demi segera selesainya studi.
10. Berbagai pihak yang telah memberikan bantuan dalam bentuk apapun sehingga sangat membantu kelancaran penyusunan disertasi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa disertasi ini jauh dari sempurna, dan masih terdapat kekurangan, baik dari isi maupun tulisan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk dapat memperbaikinya. Semoga hasil penelitian ini bermanfaat dan merupakan kontribusi bagi pengembangan keilmuan dalam bidang keolahragaan. Terima kasih.

Yogyakarta, 28 Maret 2024

Penulis



Putri Prastiwi Wulandari
NIM 20708261012

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL	iv
LEMBAR PERSETUJUAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
LEMBAR PENGESAHAN UJIAN TERTUTUP	vii
LEMBAR PENGESAHAN UJIAN TERBUKA	viii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA	ix
LEMBAR PERSEMBAHAN	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah.....	10
C. Pembatasan Masalah	10
D. Rumusan Masalah	11
E. Tujuan Pengembangan	11
F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan	11
G. Manfaat Pengembangan	13
H. Asumsi Pengembangan	14
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Kajian Teori	15
1. Konsep Pengembangan Alat dan Model	15
2. Mata Elang.....	17
a. Mata Elang pada Cabang Olahraga Cricket	18
b. Mata Elang pada Cabang Olahraga Tenis Lapangan	22
c. <i>Video Review System (VRS) International Sepak Takraw Federation</i>	

(ISTAF)	23
d. Metode Operasi Mata Elang	27
3. <i>Foul</i> (Kesalahan)	27
a. <i>Foul</i> pada Servis	27
b. <i>Foul</i> pada Net Saat Melakukan <i>Block</i>	28
4. Sepak Takraw	28
a. Teknik Dasar Sepak Takraw	32
b. Pertandingan Sepak Takraw	32
1) Nomor Pertandingan.....	32
c. Nomor Regu	32
d. Sepak Mula (Servis) dengan Peraturan Servis	34
5. Sarana dan Prasarana	39
6. Sarana dan Prasarana Sepak Takraw	42
a. Lapangan Permainan	42
7. Perlengkapan Permainan	44
8. Wasit Sepak Takraw	45
9. Kamera	46
10. <i>Tripod</i>	47
B. Kajian Penelitian yang Relevan	48
C. Kerangka Pikir	55
D. Pertanyaan Penelitian	56
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Model Pengembangan	58
B. Prosedur Pengembangan	60
1. Tahap Analisis	60
2. Tahap Desain (<i>Design</i>)	61
3. Tahap Pengembangan (<i>Develop</i>)	61
4. Tahap Implementasi (<i>Implementation</i>)	61
5. Tahap Evaluasi (<i>Evaluation</i>)	62
C. Desain Uji Coba Produk	62
1. Desain Uji Coba	62

a. Validasi Desain	63
b. Revisi/Perbaikan Desain	64
c. Uji Coba Produk	65
d. Revisi Produk	66
e. Uji Coba Pemakaian	66
f. Revisi Produk Akhir	66
g. Pembuatan Akhir Produk Massal	66
2. Subjek Uji Coba	67
3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data	67
a. Instrumen Pengumpulan Data	67
4. Teknik Analisis Data	71
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN	
A. Hasil Pengembangan Produk Awal	74
B. Hasil Uji Coba Produk	85
C. Revisi Produk	95
D. Hasil Uji Efektivitas Produk	98
E. Kajian Produk Akhir	102
F. Keterbatasan Penelitian	104
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	
A. Simpulan tentang Produk	105
B. Saran Pemanfaatan Produk	105
C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Jauh	106
DAFTAR PUSTAKA	108
LAMPIRAN	112

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil Penyebaran Angket Melalui <i>Google Form</i> Pendapat Atlet Perlunya Alat Mata Elang Untuk Mendeteksi Kegagalan Pada Servis Oleh <i>Tekong</i>	8
Tabel 2. Hasil Penyebaran Angket Melalui <i>Google Form</i> Pendapat Wasit Perlunya Alat Mata Elang Untuk Mendeteksi <i>Foul</i> Pada Servis	9
Tabel 3. Teknik Dasar Sepak Takraw	32
Tabel 4. Hasil Penelitian yang Relevan	48
Tabel 5. Kebaharuan (<i>Novelty</i>)	55
Tabel 6. Kisi-Kisi Kuesioner Untuk Ahli Media	68
Tabel 7. Kisi-Kisi Kuesioner Untuk Ahli Materi	69
Tabel 8. Klasifikasi Prosentase	72
Tabel 9. Analisis Prosentase Hasil Evaluasi Ahli	73
Tabel 10. Hasil Studi Pendahuluan Kuesioner Penilaian untuk Ahli Materi (berisi pelatih dan akademisi)	79
Tabel 11. Hasil Analisis Aiken Model Mata Elang	81
Tabel 12. Saran dan Masukan Ahli	84
Tabel 13. Hasil Uji Coba Skala Kecil	86
Tabel 14. Kategori Hasil Uji Skala Kecil	87
Tabel 15. Hasil Uji Coba Skala Besar 1	88
Tabel 16. Kategori Hasil Uji Skala Besar 1	89
Tabel 17. Hasil Uji Coba Skala Besar 2	91
Tabel 18. Kategori Hasil Uji Skala Besar 2	92
Tabel 19. Hasil Uji Validitas	93
Tabel 20. Hasil Uji Reliabilitas	95
Tabel 21. Hasil Revisi Produk Alat (Revisi 1)	95
Tabel 22. Hasil Revisi Produk Alat (Revisi 2)	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bukti Pelaksanaan Servis oleh Tim Indonesia dan Tim Malaysia	3
Gambar 2. Sistem Kerja Mata Elang/ <i>Hawk-eye</i>	19
Gambar 3. Posisi Kamera <i>Hawk-eye</i> pada Cabang Olahraga <i>Cricket</i>	20
Gambar 4. Posisi Titik Koordinat Jatuhnya Bola yang Berasal dari Kamera .	20
Gambar 5. Tampilan Samping untuk Mementukan Keputusan Wasit.....	20
Gambar 6. Prediksi Lintasan Bola setelah Keluar dari Lemparan Atlet	21
Gambar 7. Rangkaian Lintasan Bola yang Dibuat oleh <i>Hawk-eye</i>	21
Gambar 8. <i>Pitch Maps</i> yang Ditampilkan oleh <i>Hawk-eye</i>	21
Gambar 9. Tampilan Analisis <i>Hawk-eye Technology</i> Tennis	23
Gambar 10. Presentase <i>Challenge</i> Pemain Tennis yang Sukses	23
Gambar 11. Pelatih yang meminta <i>Challenge</i>	24
Gambar 12. Operasional <i>VRS</i>	24
Gambar 13. Peralatan yang Digunakan pada <i>VRS</i>	25
Gambar 14. Posisi Kamera yang Berada di atas Net terdapat 2 Kamera	25
Gambar 15. Posisi Kamera Disisi Samping	25
Gambar 16. Posisi Kamera Disisi Samping	26
Gambar 17. Posisi Komputer Control 8 Kamera	26
Gambar 18. Posisi Kamera pada <i>Video Review System</i>	26
Gambar 19. Posisi Bola <i>In</i> dan <i>Out</i> pada <i>Video Review System</i>	27
Gambar 20. Servis Bawah	36
Gambar 21. Servis Atas	37
Gambar 22. Lapangan Sepak Takraw	42
Gambar 23. Bola Sepak Takraw	45
Gambar 24. Kamera Mata Elang	47
Gambar 25. <i>Tripod</i>	47
Gambar 26. Bagan Alur Kerangka Kerja	56
Gambar 27. Konsep Desain Awal <i>Prototype</i> Alat “ <i>Mata Elang Sepak Takraw PP_515</i> ”	62

Gambar 28. Diagram Analisis Kebutuhan	80
Gambar 29. Diagram Analisis Aiken	82
Gambar 30. Diagram Skala Luas	90
Gambar 31. Rancangan <i>Tripod</i>	96
Gambar 32. Rancangan Lampu Indikator	97
Gambar 33. Rancangan Pelindung Mini PC dan Kamera	97
Gambar 34. Rancangan Kamera Rapberry Pi V3	97
Gambar 35. Rancangan Mini PC Jetson Orin	98

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keterangan Validasi Ahli	111
Lampiran 2. Hasil Validasi Ahli Materi	116
Lampiran 3. Hasil Uji Kepraktisan Skala Kecil	117
Lampiran 4. Hasil Uji Kepraktisan Skala Besar	118
Lampiran 5. Hasil Uji Efektivitas	119
Lampiran 6. Proses Pembuatan Alat	121
Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian	122

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Permainan sepak takraw merupakan olahraga tradisional yang semakin mendapatkan popularitas di berbagai Negara (Zarei et al., 2018). Sepak takraw memadukan elemen permainan sepak bola dengan bola voli dengan ukuran lapangan badminton yang dimainkan dengan menggunakan bola anyam dan kaki, serta kepala untuk menggiring bola (Semarayasa, 2014). Meskipun memiliki ciri khas yang unik, seperti tendangan-tendangan akrobatik dan teknik-teknik atraktif, sepak takraw juga memiliki aturan dan etika yang harus dijunjung tinggi oleh para pemainnya. Salah satu tantangan dalam sepak takraw adalah menjaga *fair play* dan menghindari pelanggaran aturan, seperti servis atau pukulan yang dianggap tidak sah (Syam, 2019). Pertandingan tingkat kompetitif, deteksi pelanggaran aturan menjadi aspek penting untuk menjaga integritas permainan (Zonouz et al., 2013).

Olahraga sepak takraw, servis dan net merupakan momen-momen krusial yang seringkali menjadi titik fokus perhatian para pemain, wasit, dan penonton. Dalam sepak takraw sering terjadi banyak pelanggaran salah satunya adalah *foul*. *Foul* dalam sepak takraw biasanya terjadi pada pelaksanaan servis dan pada net. Kesalahan pengambilan keputusan terhadap *foul* dalam sepak takraw disebabkan karena keterbatasan pengamatan oleh wasit (Yusfi & Solahuddin, 2020). Beberapa pelanggaran itu terjadi karena belum adanya teknologi yang mendukung sebagai bukti nyata bahwa memang terjadi pelanggaran (Heffernan, 2021). *Foul* pada saat melakukan servis dapat diartikan bahwa posisi kaki tumpuan *tekong* pada saat akan

melakukan servis keluar dari lingkaran garis (*service circle*) dan posisi kaki tumpuan terlihat dalam keadaan melompat. Sedangkan *foul* pada net dapat berupa anggota tubuh ataupun pakaian yang dikenakan oleh atlet menyentuh net, anggota tubuh dari atlet melewati atas net, dan anggota tubuh melewati garis di bawah net (D. Zhang & Liu, 2020).

Sepak takraw, servis merupakan aksi awal dalam permainan di mana *tekong* melempar bola ke lapangan lawan. Panjang tungkai *tekong* dapat mempengaruhi servis karena memiliki kaitan dengan beberapa faktor, seperti keseimbangan, kekuatan, dan fleksibilitas pemain (Saputra, 2021). Misalnya, panjang tungkai *tekong* yang lebih pendek mungkin membatasi kemampuan seorang *tekong* dalam mencapai posisi yang optimal atau menghasilkan kekuatan yang cukup pada saat melakukan servis (Rusli et al., 2022). Di sisi lain, panjang tungkai *tekong* yang lebih panjang dapat memberikan keuntungan dalam mencapai jarak dan sudut yang lebih luas untuk servis yang lebih efektif (Basman & Gunawan, 2021).

Perbedaan pengamatan sering terjadi antara wasit, atlet, dan pelatih pada saat pertandingan diantaranya keputusan terhadap *foul* dalam pelaksanaan servis dan *foul* pada net khususnya nomor regu, yang dapat menimbulkan kesalahpahaman. Hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya: 1) posisi wasit yang berada di pinggir garis tengah lapangan, 2) posisi pelatih yang ada di belakang garis servis, 3) posisi *tekong* yang tepat berada di tengah-tengah lingkaran servis (Y. Zhang & Byon, 2017).

SEA GAMES ke 28 di Kuala Lumpur Malaysia tahun 2017 cabang olahraga sepak takraw terjadi aksi *walkout* dari kontingen sepak takraw putri Indonesia di

final nomor regu saat berhadapan dengan tuan rumah Malaysia. Kejadian tersebut terjadi karena wasit dinilai sangat merugikan kontingen Indonesia dengan membatalkan servis yang dianggap *tekong* mengangkat kaki tumpuan dan keputusan *foul* ini merugikan kontingen Indonesia. Wasit terhitung melakukan 8 kali pembatalan servis kontingen Indonesia dan hal tersebut membuat kontingen Indonesia merasa dirugikan. Perlakuan tidak adil dari wasit yang menyebabkan kontingen Indonesia memutuskan untuk *walkout* dari lapangan pertandingan. Berawal dari perbedaan pengamatan dan penilaian terhadap keputusan wasit yang dirasa salah dan merugikan salah satu pihak.

Gambar 1. Bukti Pelaksanaan Servis oleh Tim Indonesia dan Tim Malaysia



(a)

(b)

Sumber: *Courtesy of Youtube*

Perbedaan posisi yang menyebabkan terjadinya perbedaan pengamatan, penilaian dan kesalahfahaman. Berdasarkan hasil wawancara dengan pelatih Nasional yaitu Bapak Tri Aji menjelaskan bahwa:

“Faktor yang menyebabkan atlet dan pelatih ragu-ragu dengan keputusan wasit dalam pelaksanaan servis nomor regu karena tidak adanya teknologi yang mampu membuktikan terjadinya pelanggaran, tekong itu sendiri tidak bisa melihat garis lingkaran yang ada di bawahnya ketika melakukan servis karena fokus melihat bola yang akan disepak serta pelaksanaan servis terjadi sangat cepat”. (Tri Aji, 30 Agustus 2017).

Pernyataan tersebut diperkuat oleh Burhan Basyiruddin pelatih PSTI DKI Jakarta, beliau menjelaskan bahwa

“Pada saat event Liga Sepak Takraw yang diadakan di Bandung hampir semua wasit tidak berani memimpin pertandingan, hal itu terjadi karena banyaknya protes baik dari pelatih maupun atlet tentang keputusan wasit terhadap foul”. (Burhan Basyiruddin, 21 September 2022).

Beberapa olahraga modern, seperti tenis meja dikenal sebagai teknologi *“Hawk-eye”*, sistem pemutaran instan ini menggunakan 8-10 kamera berkecepatan tinggi yang dipasang di beberapa lokasi di sekitar lapangan (Wei et al., 2016). Teknologi tersebut menggunakan perangkat lunak komputer untuk mengkalibrasi berbagai sela-sela lapangan permainan, melalui pengumpulan dan penyusunan data untuk pemodelan tiga dimensi, menghasilkan gambar tiga dimensi yang mengirimkan gambar yang diambil oleh kamera ke komputer (Y. Zhang & Breedlove, 2021a). Penerapan teknologi *Hawk-eye* untuk penjurian pertandingan olahraga di tempat telah sangat mengurangi pengaruh faktor subjektif wasit dalam pertandingan, selanjutnya memastikan perkembangan acara olahraga ke arah yang lebih adil (Y. Zhang & Breedlove, 2021b, 2021b). Selain itu, penggunaan teknologi seperti di Negara Jepang teknologinya sudah sangat maju, di Jepang dikenal dengan *JISS (Japan Institute of Sport Science)*, di Australia terdapat *AISS (Australia Institute of Sport Science)*, di China terdapat *BISS (Beijing Institute of Sport Science)* (Hermawan et al., 2019). Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan sebuah alat sesuai dengan perkembangan dan kemajuan teknologi olahraga yang sangat diperlukan demi kemajuan prestasi olahraga (Ahmadan et al., 2018).

Event King’s Cup di Bangkok Thailand tahun 2017 untuk pertama kalinya sepak takraw menggunakan teknologi dalam pertandingan yang dikenal dengan *VRS (Video Review System)* (Lim, 2023). Alat ini dapat digunakan dengan

menerapkan istilah *Challenge* seperti yang ada pada cabang olahraga Bulutangkis dan Tenis Lapangan. *VRS (Video Review System)* berguna untuk memutar ulang atau *reply* terhadap jatuhnya bola apakah bola itu masuk atau keluar. Event King's Cup, kesempatan untuk meminta *challenge* adalah satu kali permintaan *challenge* dalam satu set. Permintaan *challenge* diproses kurang lebih 15 detik dan setelah itu *reply* terhadap bola dapat ditampilkan. Alat *VRS (Video Review System)* dikendalikan oleh beberapa operator dengan menggunakan PC. Alat yang digunakan dalam event King's Cup di Bangkok Thailand tersebut menjadi studi awal untuk membuat alat berupa "*Mata Elang Sepak Takraw PP_515*" yang dapat membantu kinerja wasit dalam pengambilan keputusan terhadap *foul* pada pelaksanaan servis.

Istilah "*Mata Elang Sepak Takraw PP_515*" digunakan dalam konteks Mata Elang Pendeteksi *Foul* untuk merujuk pada kemampuan penginderaan visual yang sangat tajam dan akurat, serupa dengan mata burung elang. Burung elang dikenal memiliki penglihatan yang sangat luar biasa, dengan kemampuan untuk melihat objek yang jauh dan detail yang sangat halus. Oleh karena itu, konsep "*Mata Elang Sepak Takraw PP_515*" digunakan sebagai analogi untuk teknologi ini yang memiliki kemampuan untuk "melihat", "mendeteksi", dan "menganalisis" peristiwa dalam permainan sepak takraw dengan akurasi tinggi, termasuk mendeteksi pelanggaran aturan yang mungkin sulit dilihat oleh mata manusia atau wasit. Istilah ini juga menggambarkan karakteristik pemantauan yang intensif dan fokus, serupa dengan cara burung elang yang memusatkan perhatiannya pada detail-detail penting dalam lingkungan sekitarnya.

Oleh karena itu, “*Mata Elang Sepak Takraw PP_515*” menggambarkan teknologi yang memiliki kemampuan untuk secara cermat dan teliti memeriksa peristiwa-peristiwa krusial dalam pertandingan sepak takraw untuk memastikan kepatuhan terhadap aturan. Selain itu, penggunaan istilah “*Mata Elang Sepak Takraw PP_515*” juga memberikan nuansa positif mengenai keakuratan dan profesionalisme dari teknologi ini.

Analogi dengan burung elang membawa konotasi kecerdasan, kepekaan, dan ketajaman, yang merupakan sifat-sifat yang diinginkan dalam pengembangan teknologi deteksi pelanggaran aturan ini. Alat tersebut dapat berupa kamera perekam yang disebut “*Mata Elang Sepak Takraw PP_515*”. “*Mata Elang Sepak Takraw PP_515*” merupakan alat perekam yang terdiri dari beberapa komponen, antara lain kamera Raspberry Pi V3 dengan resolusi sensor 11.9 megapiksel dan resolusi gambar maksimal sebesar 4608 x 2592 piksel yang digunakan untuk merekam gambar. *Tripod* terbuat dari aluminium yang digunakan sebagai penyangga kamera dengan ketinggian kurang lebih 1,5 m agar dapat menangkap gambar lebih jelas. Mini PC Jetson Orin sebagai pengendali dari pemrosesan gambar dan video yang ditangkap oleh kamera yang dilengkapi dengan 2 antena untuk meningkatkan komunikasi secara *wireless*. Lampu indikator LED Philips sebagai penanda terjadinya *foul*. Laptop sebagai alat *display* yang digunakan untuk penayangan pemutaran ulang gambar (*reply*) gambar.

Mekanisme kerja dari alat perekam “*Mata Elang Sepak Takraw PP_515*” dapat dijelaskan sebagai berikut: (1) Perekaman Gambar: Kamera Raspberry Pi V3 dengan resolusi sensor 11,9 megapiksel dan resolusi gambar

maksimal 4608 x 2592 piksel digunakan untuk merekam gambar. Kamera ini diatur untuk merekam secara terus menerus atau dengan interval waktu tertentu, tergantung pada pengaturan yang ditentukan. Ketika alat diaktifkan, kamera akan mulai merekam gambar dengan menggunakan lensa dan sensor yang ada; (2) Penyangga dan Stabilitas: *Tripod* yang terbuat dari aluminium digunakan sebagai penyangga kamera. *Tripod* ini memiliki ketinggian sekitar 1,5 meter agar kamera dapat ditempatkan pada posisi yang optimal untuk menangkap gambar dengan jelas. *Tripod* membantu menjaga stabilitas kamera dan mengurangi getaran yang dapat mempengaruhi kualitas rekaman; (3) Pemrosesan Gambar dan Video: Mini PC Jetson Orin berfungsi sebagai pengendali dari pemrosesan gambar dan video yang ditangkap oleh kamera. Mini PC ini dilengkapi dengan kemampuan pemrosesan yang kuat dan dirancang khusus untuk aplikasi kecerdasan buatan. Jetson Orin akan menerima data gambar dari kamera dan melakukan pemrosesan untuk mendeteksi adanya pelanggaran aturan.

Algoritma deteksi pelanggaran aturan dapat diimplementasikan di dalam Jetson Orin untuk mengenali pola atau perilaku yang melanggar aturan yang ditentukan; (4) Komunikasi Wireless: Mini PC Jetson Orin dilengkapi dengan dua antena untuk meningkatkan komunikasi secara nirkabel. Ini memungkinkan alat perekam "*Mata Elang Sepak Takraw PP_515*" untuk mengirim data gambar dan video yang telah diproses ke perangkat lain, seperti server atau laptop, untuk analisis lebih lanjut atau penyimpanan; (5) Tampilan dan Pemutaran Ulang: Laptop digunakan sebagai alat tampilan untuk menampilkan pemutaran ulang gambar.

Data gambar dan video yang telah diproses dapat ditampilkan di layar laptop untuk dianalisis lebih lanjut atau sebagai bukti dalam investigasi. Laptop juga dapat digunakan untuk mengatur pengaturan alat perekam dan mengakses data yang telah disimpan.

Berdasarkan studi pendahuluan awal, penulis melakukan penyebaran angket melalui *google form* dengan beberapa atlet sepak takraw khususnya pada posisi *tekong* dari daerah Jawa Tengah dan wasit yang Berlisensi Nasional didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Penyebaran Angket Melalui *Google Form* Pendapat Atlet Perlunya Alat Mata Elang Untuk Mendeteksi Kegagalan Pada Servis Oleh *Tekong*

No	Nama Daerah	Nama Atlet	Memerlukan alat bantu pemantau servis	
			Ya	Tidak
1.	Brebes	Diana N	√	
2.	Demak	Miftakhur Rahman	√	
3.	Jepara	Widiastuti	√	
		Evana Rachmawati	√	
		Devi Lutfiana	√	
		Dani S	√	
		M. Sholeh	√	
		Vico D	√	
		Dini Mitasari	√	
4.	Kendal	Malihatuz Zulva	√	
5.	Magelang	Ninda H	√	
		Zen Muna	√	
Jumlah			12	0

Sumber: Hasil Penyebaran Angket kepada *Tekong*

Tabel 2. Hasil Penyebaran Angket Melalui *Google Form* Pendapat Wasit Perlunya Alat Mata Elang Untuk Mendeteksi *Foul* Pada Servis

No	Nama Daerah	Nama Wasit	Memerlukan alat bantu pemantau <i>foul</i>	
			Ya	Tidak
1.	Magelang	Safrudin	√	
		Purwanto	√	
2.	Kendal	Sudarmadi	√	
		Joko R	√	
3.	DKI	Burhan B	√	
		Hanafi Maulana	√	
4.	Semarang	Latif Raharja	√	
		Agus Suhendro	√	
		Sulaiman	√	
Jumlah			9	0

Sumber: Hasil Penyebaran Angket kepada Wasit

Tabel 1 dan tabel 2 di atas menunjukkan bahwa hampir semua *tekong* di wilayah Jawa Tengah setuju akan perlunya alat bantu perekam pelaksanaan servis dalam sepak takraw berupa “*Mata Elang Sepak Takraw PP_515*” untuk dapat memberikan bukti secara sah tentang pelanggaran yang dibuat, sedangkan dari beberapa wasit didapatkan hasil bahwa hampir semua wasit setuju akan perlunya alat bantu perekam sebagai bukti terjadinya *foul* pada pelaksanaan servis dalam sepak takraw berupa “*Mata Elang Sepak Takraw PP_515*”.

Berdasarkan uraian latar belakang, maka peneliti tertarik untuk mengadakan penelitian dengan judul “Pengembangan Mata Elang Pendeteksi *Foul* pada Servis Permainan Sepak Takraw”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka identifikasi masalah yang muncul adalah sebagai berikut:

1. Perbedaan posisi pengamatan antara wasit, atlet dan pelatih sehingga sering menimbulkan kesalahan persepsi penilaian.
2. Belum adanya teknologi yang mendukung sebagai alat pendukung wasit saat adanya kondisi tertentu, dan menjadi bukti bahwa memang terjadi pelanggaran atau tidaknya dalam kejadian tertentu.
3. Ketidaktahuan atlet atas kesalahan yang dilakukan pada saat servis (kaki melompat melewati garis pada *service circle*, kaki menggeser keluar garis pada *service circle*, kaki jinjit dan keluar dari *service circle*, kaki menyentuh garis pada *service circle*) sehingga menyebabkan terjadinya *foul*.
4. Panjang tungkai *tekong* dapat mempengaruhi servis yang dilakukan belum adanya alat yang dapat dijadikan sebagai bukti terjadinya pelanggaran.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas penulis memfokuskan kajian tentang alat mata elang pendeteksi *foul* pada pelaksanaan servis permainan sepak takraw. Hal ini dilakukan karena penulis mencermati ada beberapa masalah pada penerapan teknologi pendeteksi *foul*, sehingga penulis terdorong untuk melakukan penelitian ini untuk memberikan kontribusi dan manfaat bagi atlit dan wasit.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas, maka masalah yang perlu dikaji lebih mendalam pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengembangkan alat pendeteksi *foul* pada servis dalam permainan sepak takraw?

2. Bagaimana kelayakan alat pendeteksi *foul* pada servis dalam permainan sepak takraw?
3. Bagaimana efektivitas pendeteksi *foul* pada servis dalam permainan sepak takraw?

E. Tujuan Pengembangan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian pengembangan ini adalah:

1. Membuat alat pendeteksi *foul* pada servis dalam permainan sepak takraw
2. Mengetahui kelayakan kelayakan alat pendeteksi *foul* pada servis dalam permainan sepak takraw
3. Mengetahui efektivitas pendeteksi *foul* pada servis dalam permainan sepak takraw

F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Penelitian ini menggunakan model *research and development*, karena produk yang dikembangkan berupa alat mata elang pendeteksi *foul* pada servis dalam permainan sepak takraw adalah sebuah alat yang terdiri dari beberapa komponen sebagai berikut: Alat yang digunakan adalah kamera Raspberry Pi V3 dengan resolusi sensor 11.9 megapiksel dan resolusi gambar maksimal sebesar 4608 x 2592 piksel yang digunakan untuk merekam gambar dan mendeteksi adanya gerakan sesuai dengan apa yang terekam dalam kamera tersebut, sebagai bahan bukti atau penguat terhadap *foul* yang terjadi. Kamera dipasang dengan menggunakan *tripod* dari bahan aluminium yang dapat diatur tinggi dan rendahnya.

Dipilihnya *tripod* yang terbuat dari bahan alumunium agar lebih kuat dalam menyangga kamera yang berukuran besar dan tinggi rendahnya kamera dapat diatur sesuai dengan kebutuhan. Posisi *tripod* harus lebih tinggi dari ketinggian net agar dapat menangkap objek secara jelas. Pada bagian *tripod* dilengkapi dengan payung dan kipas sebagai pendukung dari alat yang dibuat, payung sebagai pelindung alat mata elang dari paparan sinar matahari. Mini PC Jetson Orin sebagai pengendali dari pemrosesan gambar dan video yang ditangkap oleh kamera yang dilengkapi dengan 2 antena untuk meningkatkan komunikasi secara *wireless*. Lampu indikator LED Philips sebagai penanda terjadinya *foul*. Laptop sebagai alat *display* yang digunakan untuk penayangan pemutaran ulang gambar (*reply*) gambar.

Komponen-komponen alat yang telah disebutkan di atas dirangkai sehingga dapat menjadi sebuah alat “*Mata Elang Sepak Takraw PP_515*”. Rangkaian alat “*Mata Elang Sepak Takraw PP_515*” ini dapat digunakan untuk beberapa kamera dari berbagai sisi lapangan, sehingga akan sangat membantu tugas wasit dalam mengamati pelaksanaan servis. Hasil tangkapan gambar oleh kamera akan langsung diterima oleh aplikasi dalam laptop. Apabila terjadi *foul* pada sisi yang tersorot oleh kamera maka akan langsung muncul pernyataan *foul* pada layar laptop dan lampu indikator akan menyala.

Alat “*Mata Elang Sepak Takraw PP_515*” diletakkan pada sisi-sisi lapangan seperti di sisi samping kanan, sisi kiri, dan sisi belakang dengan estimasi jarak 2 – 3 meter di luar lapangan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui tangkapan gambar dari berbagai sisi. Kecepatan alat “*Mata Elang Sepak Takraw PP_515*” ini dalam mendeteksi kesalahan *foul* pada servis adalah 0,5 – 0,7 detik.

Waktu deteksi yang cepat ini sangat membantu wasit dalam pengambilan keputusan.

G. Manfaat Pengembangan

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini menghasilkan disertasi mengenai pengembangan mata elang pendeteksi *foul* pada pelaksanaan servis permainan sepak takraw. Pengembangan alat mata elang ini juga diharapkan akan memperkaya Ilmu Pengetahuan dan Teknologi pada sarana dan prasarana khususnya cabang olahraga sepak takraw.

2. Manfaat Praktis

2.1 Manfaat bagi wasit

- a. Membantu kinerja wasit dalam memimpin pertandingan
- b. Menambah rasa percaya diri wasit dalam memutuskan pelanggaran
- c. Menambah kewibawaan wasit

2.2 Manfaat bagi atlet

- a. Memberi rasa percaya terhadap keputusan wasit
- b. Menambah rasa menghargai terhadap keputusan wasit
- c. Merasa diperlakukan adil

H. Asumsi Pengembangan

Alat “*Mata Elang Sepak Takraw PP_515*” sebagai pendeteksi *foul* dikembangkan berdasarkan kebutuhan atlet dan wasit dalam pertandingan. Belum ada teknologi yang digunakan dalam permainan sepak takraw, khususnya untuk mengetahui tingkat keakuratan pelaksanaan servis apakah *foul* atau tidak. Produk yang dihasilkan telah disesuaikan dengan kebutuhan di lapangan yaitu oleh wasit, pelatih, dan atlet. Oleh karena itu, untuk mengatasi hal ini perlu dikembangkan

produk berupa alat “*Mata Elang Sepak Takraw PP_515*” pendeteksi *foul* pada servis dalam permainan sepak takraw agar keputusan yang ditetapkan oleh wasit dapat lebih teliti dan valid. Selain itu produk “*Mata Elang Sepak Takraw PP_515*” ini dapat digunakan untuk proses latihan agar pelaksanaan servis oleh *tekong* dapat lebih efektif serta meminimalkan kesalahan (*foul*)

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Konsep Pengembangan Alat

Undang-Undang Republik Indonesia No. 3 Tahun 2005 tentang Sistem Keolahragaan Nasional Bab XIII pasal 74 diamanahkan bahwa, Pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) keolahragaan, pada ayat (1) Pemerintah, Pemerintah Daerah, dan/atau masyarakat melakukan pengembangan IPTEK secara berkelanjutan untuk memajukan keolahragaan nasional: ayat (3) pengembangan IPTEK yang dimaksudkan pada ayat (1) diselenggarakan melalui perlombaan, pengkajian, ahli teknologi, sosialisasi, pertemuan ilmiah, dan kerjasama antar lembaga penelitian, baik nasional maupun internasional yang memiliki spesialisasi IPTEK Keolahragaan, (4) hasil pengembangan IPTEK sebagaimana yang dimaksud pada ayat (1) disosialisasikan dan diterapkan untuk kemajuan olahraga; ayat (5) Ketentuan lebih lanjut mengenai pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi keolahragaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) sampai dengan ayat (4) diatur dengan Peraturan Pemerintah.

Pemerintah, Pemerintah Daerah dan Masyarakat bertanggung jawab melaksanakan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi keolahragaan secara terencana dan berkelanjutan untuk memajukan keolahragaan nasional (Utami, 2015), hal tersebut dipertegas dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 16 tahun 2007, tentang Penyelenggaraan Pembinaan

Keolahragaan Nasional Bab IX Pasal 72 mengenai IPTEK Keolahragaan. Pada Peraturan Pemerintah yang sama di atas bagian IPTEK Keolahragaan diselenggarakan melalui bidang penelitian, pengkajian, alih teknologi, sosialisasi, pertemuan ilmiah dan kerjasama antar lembaga penelitian dan lembaga pendidikan tinggi baik nasional maupun internasional: kemudian dilanjutkan pada ayat (3) Pengkajian ilmu pengetahuan dan teknologi keolahragaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dimanfaatkan untuk mengembangkan *prototype*, rancang bangun, dan modifikasi dalam rangka meningkatkan mutu penyelenggaraan keolahragaan.

Peningkatan mutu keolahragaan dalam bidang IPTEK dapat diwujudkan dengan penelitian serta kompetisi lomba karya inovatif teknologi olahraga (Li, 2022). Penelitian dan kompetisi lomba karya inovatif tentang teknologi olahraga sudah banyak dikembangkan oleh negara-negara yang maju dalam bidang prestasi olahraganya (Svensson & Mahoney, 2020). Dalam dunia pendidikan khususnya keolahragaan perkembangan tentang teknologi informasi dan komunikasi sangat berkembang pesat (Kondratenko, 2015). Namun terkadang masih mengalami kendala untuk daerah pelosok yang minim akan pengenalan teknologi digitas dan jaringan, sehingga mengalami ketertinggalan dalam pengembangan ilmu pengetahuan khususnya keolahragaan berbasis teknologi (Apriana & Munawir, 2019). Dengan demikian maka diharapkan adanya karya-karya anak bangsa dalam melalui penelitian dan lomba karya inovatif dalam bidang IPTEK Keolahragaan.

Alat yang dikembangkan setelah melalui berbagai revisi maka terciptalah alat yang disebut dengan “*Mata Elang Sepak Takraw PP_515*”.

2. Mata Elang

Mata Elang merupakan salah satu teknologi berbasis aplikasi multimedia yang dapat membantu untuk melakukan suatu kegiatan. Teknologi ini cocok diterapkan dalam dunia olahraga untuk membantu keputusan dari wasit dan asistennya dalam menentukan kesalahan. Olahraga yang sudah menggunakan teknologi ini adalah tenis, bulutangkis, dan sepak bola. Teknologi mata elang diciptakan oleh seorang *programmer* bernama Paul Hawkins. Teknologi mata elang ini akan disambungkan dengan *PC* atau *Laptop* untuk dapat menampilkan hasil rekaman gambar sebagai bukti terjadinya kesalahan.

Gambar-gambar yang ada akan dikonversikan dalam bentuk 3D. Teknologi mata elang ini akan memberikan bukti berupa rekaman gambar terhadap terjadinya sebuah pelanggaran. Contoh hal yang sangat riskan dalam penentuan keputusan oleh wasit adalah ketika pelaksanaan servis pada nomor regu cabang olahraga sepak takraw karena berlangsung secara cepat. Mulai dari lambungan bola oleh *apit kanan* sampai dengan disepak oleh *tekong* berlangsung sangat cepat. Selain itu juga *foul* pada net biasanya juga terjadi secara cepat, maka sangat membutuhkan alat untuk bisa merekamnya (Y. Zhang & Breedlove, 2021)

a. Mata Elang pada Cabang Olahraga *Cricket*

Pada berbagai cabang olahraga populer didunia telah mencapai kondisi dimana dalam pertandingan perlu disajikan dengan profesional dan komersial (Pu, 2021). Dampak dari hal tersebut adalah tuntutan untuk menyajikan pertandingan yang menarik bagi penonton dan juga pertandingan yang adil untuk disaksikan. Kesalahan yang terkadang dilakukan oleh wasit dalam memberikan keputusan penting membuat pertandingan yang awalnya menarik menjadi tidak adil untuk disaksikan.

Semua ini menjadi sesuatu hal yang mungkin untuk diwujudkan karena perkembangan teknologi telah dimanfaatkan untuk merangkum berbagai data dengan sangat baik, cepat dan tepat untuk berbagai aktivitas dalam dunia olahraga. *Hawk-eye* dianggap sebagai salah satu teknologi yang perlu digunakan dalam cabang olahraga *cricket* khususnya untuk memantau lintasan bola *cricket* melalui kamera yang dipasang di berbagai sudut pada sepanjang pertandingan (Abbas et al., 2022). Data tersebut kemudian diproses untuk menghasilkan visualisasi yang menunjukkan jalur/arah bola (Balbudhe et al., 2022).

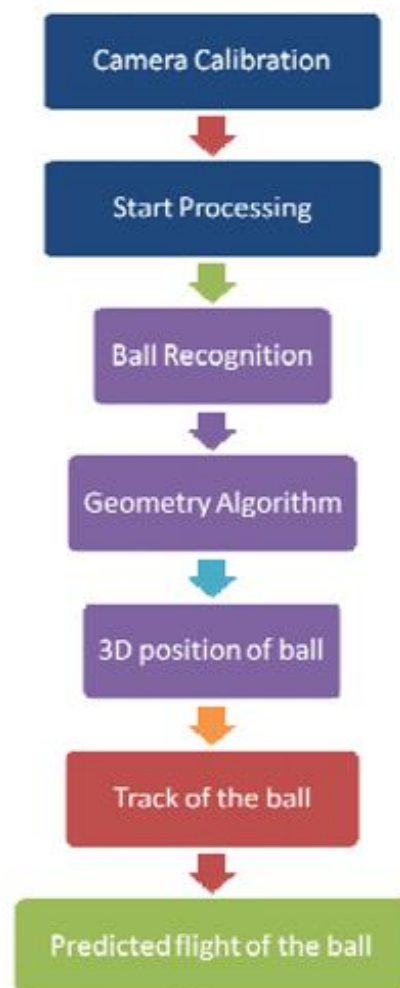
Sistem yang berlangsung setelah gambar/video posisi bola ditangkap oleh kamera beresolusi tinggi, yaitu membutuhkan algoritma yang efisien sehingga bisa memproses data secara *realtime* sederhana karena kecepatan bola sangat tinggi (Liu et al., 2023).

Tantangan dalam proses kerja sistem *Hawk-eye* ini adalah setelah kamera menangkap titik koordinat jatuhnya bola, setelah itu algoritma geometris digunakan untuk melihat banyak gambar 2 dimensi kemudian sistem menggabungkannya dengan baik untuk mendapatkan koordinat

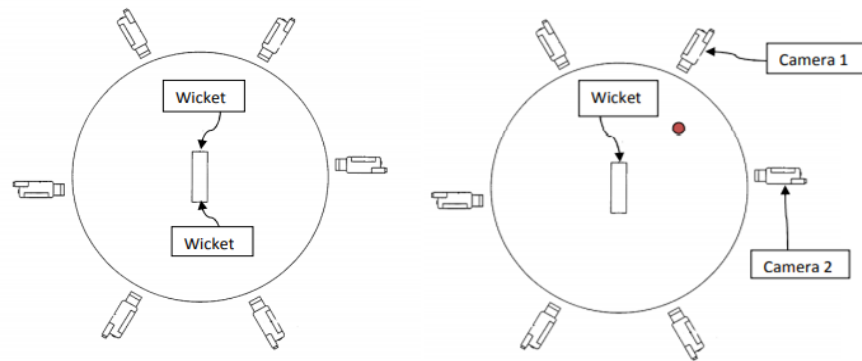
bola dalam ruang 3D, biasanya ini dilakukan beberapa kali setiap detik (biasanya dengan kecepatan 100 kali per detik), jadi operator memiliki banyak momen dalam setiap detik. Setelah hal itu diperoleh langkah selanjutnya adalah menemukan lintasan sebelum bola itu menyentuh ke tanah. Karena sistem mengambil sampel posisi bola pada interval waktu yang singkat, lintasan bola dapat ditentukan dengan akurat (Jayalath, 2021).

Berikut ini merupakan skema sistem mata elang/*Hawk-eye* pada cabang olahraga *cricket*.

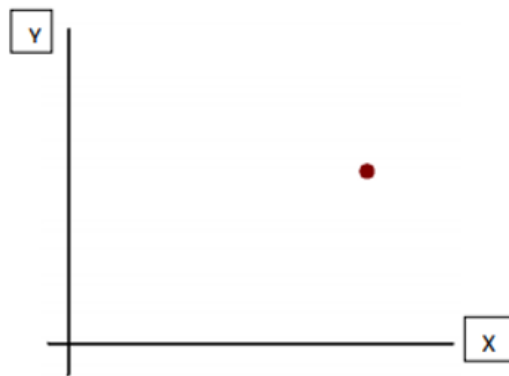
Gambar 2. Sistem Kerja Mata Elang/*Hawk-eye*



Gambar 3. Posisi Kamera *Hawk-eye* pada Cabang Olahraga *Cricket*



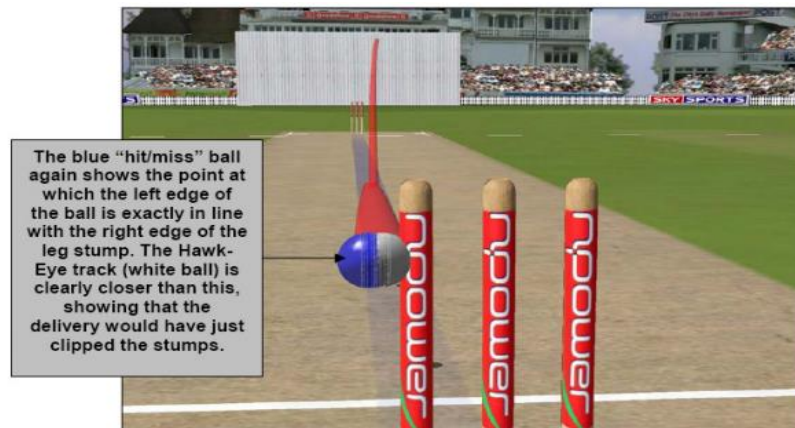
Gambar 4. Posisi Titik Koordinat Jatuhnya Bola dari Kamera



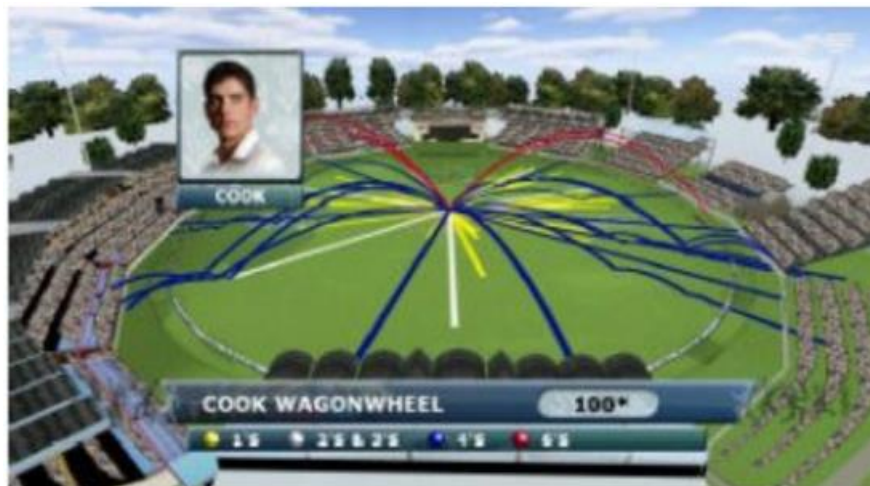
Gambar 5. Tampilan Samping untuk Mementukan Keputusan Wasit



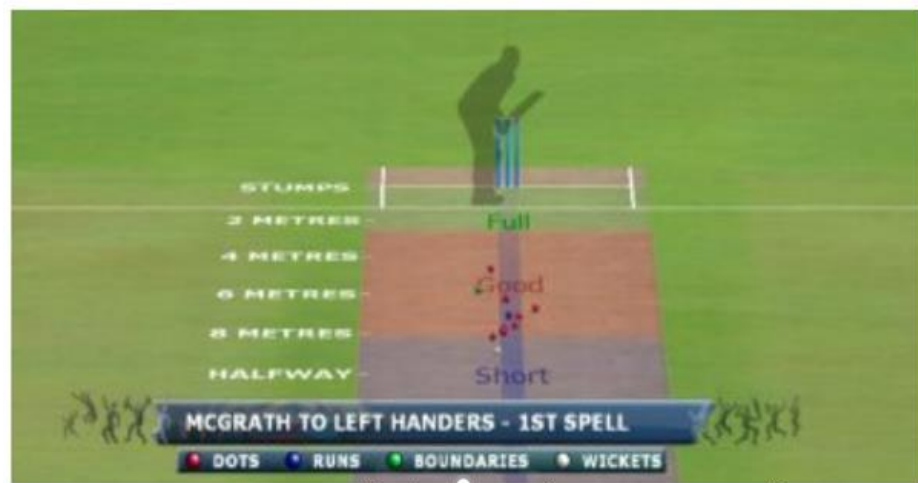
Gambar 6. Prediksi Lintasan Bola setelah Keluar dari Lemparan Atlet



Gambar 7. Rangkaian Lintasan Bola yang Dibuat oleh Hawk-eye



Gambar 8. Pitch Maps yang Ditampilkan oleh Hawk-eye



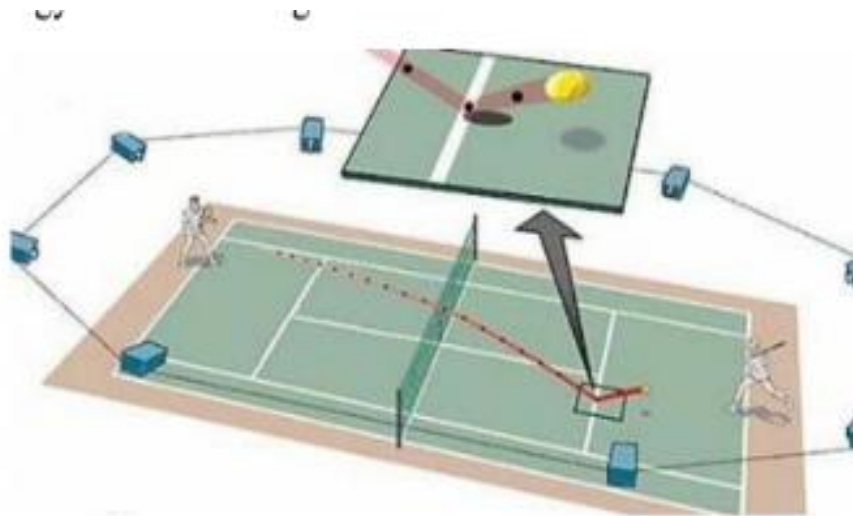
b. Mata Elang pada Cabang Olahraga Tenis Lapangan

Sebelum *Hawk-eye* diperkenalkan, wasit menilai terutama pada sisi garis lapangan, sering kali hakim garis salah memberikan isyarat tentang masuk dan keluarnya bola. Tidak dapat dipungkiri bahwa terdapat keterbatasan dalam penglihatan manusia, termasuk cuaca, sudut, penghalang, kecepatan, jarak, tinggi, cahaya, dan bayangan. Faktor-faktor ini sangat mempengaruhi akurasi pengamatan hakim garis dalam mengambil keputusan.

Teknologi *Hawk-eye* dalam pertandingan menjadi peran tambahan setelah wasit sebagai pengambil keputusan utama. Terdapat waktu yang ditentukan untuk atlet atau pelatih untuk meminta *challenge Hawk-eye* untuk mendapatkan keputusan yang jelas, karena terkadang wasit tidak bisa melihat atau kecepatan bola tidak bisa terlihat dan situasi pertandingan membutuhkan hasil yang cepat.

Jumlah *challenge* dalam permainan tenis menjadi faktor yang penting dalam penerapan teknologi *Hawk-eye* dalam pertandingan. Pada pertandingan tenis apabila meminta *challenge* kemudian hasilnya tepat maka atlet/pelatih tim tersebut memiliki satu kesempatan lagi untuk melakukan *challenge*, namun demikian apabila *challenge* yang diminta tidak tepat maka, kesempatan *challenge* sudah tidak ada lagi, disamping itu juga akan membuat atlet kehilangan *point*, hal inilah yang akan menyebabkan tekanan psikologis kepada atlet (Baodong, 2014).

Gambar 9. Tampilan Analisis *Hawk-eye Technology* Tennis



Gambar 10. Presentase *Challenge* Pemain Tennis yang Sukses

Tennis tournament	Number of challenges	Number of successful	The success rate (%)
NASDAQ-100 open	161	53	33
The United States series	839	327	39
The us open	939	327	35
A total of	1939	707	36

d. Video Review System (VRS) International Sepak Takraw Federation (ISTAF)

Pertama kali *Video Review System* (VRS) diaplikasikan pada 32nd King's Cup, Bangkok, Thailand, VRS ini dibuat untuk membantu pelatih ketika merasa wasit kurang adil dalam mengambil keputusan, terutama pada garis lapangan dan posisi atlet dekat net apakah batal atau tidak.

Proses tersebut dinamakan “*challenge*”, *challenge* dapat dilakukan oleh pelatih kepada *referee*, kemudian operator memutar video terakhir pada lintasan bola dan pelatih dipanggil oleh *official referee* untuk melihat langsung kondisi sebenarnya yang terjadi di lapangan, dan *official referee* memutuskan apakah bola masuk atau keluar maupun *foul* atau tidak di atas net. Keputusan wasit dapat berubah apabila hasil *Video Review System* tersebut benar, dan keputusan wasit sebelumnya salah.

Prosedur dalam mengajukan *challenge* yaitu setiap tim mendapatkan satu kali kesempatan untuk meminta *challenge* dalam satu set. Pelatih dapat meminta *challenge* dalam waktu 15 detik setelah wasit memutuskan bola masuk atau keluar, *point* untuk tim A/B. *Challenge* dilakukan oleh pelatih yang merasa dirugikan oleh keputusan wasit.

Gambar 11. Pelatih yang meminta *Challenge*



Gambar 12. Operasional VRS



Gambar 13. Peralatan yang Digunakan pada VRS

1.	High Speed Camera @ 200 fps	8	Cameras
2.	CAT6a 20 m	5	Cables
3.	CAT6a 50 m	2	Cables
4.	Challenge System	1	Set
5.	Wire way 1 m	10	Pcs.
6.	Reusable Cable Tie	1	Pack

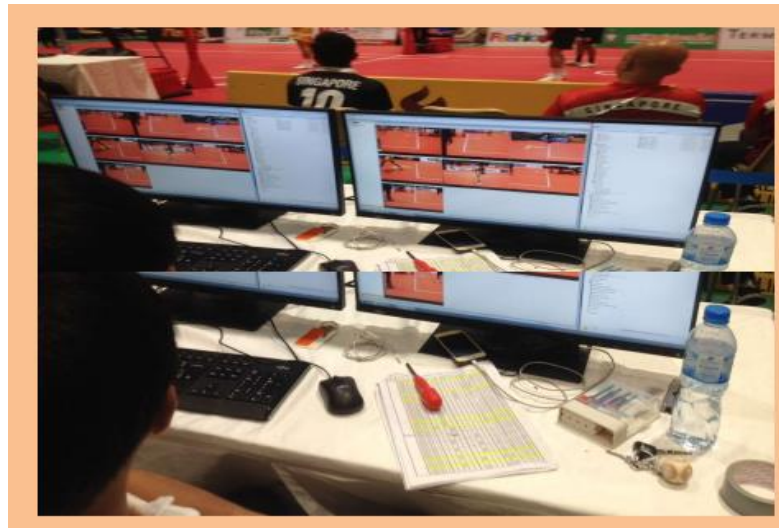
Gambar 14. Posisi Kamera yang Berada di atas Net terdapat 2 Kamera



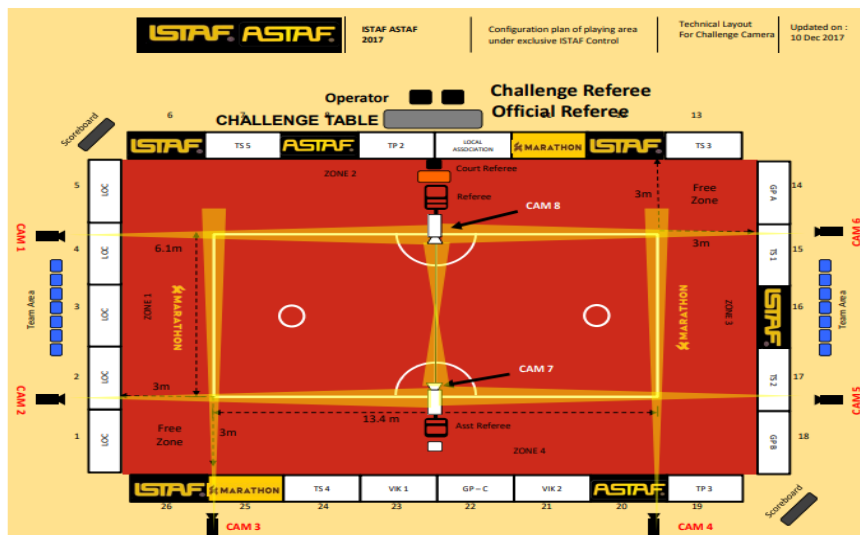
Gambar 15. Posisi Kamera Disisi Samping



Gambar 16. Posisi Kamera Disisi Samping



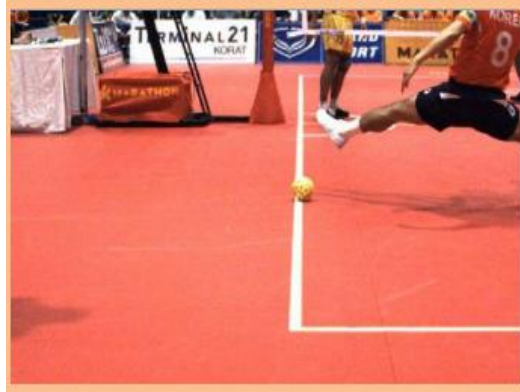
Gambar 17. Posisi Komputer Control 8 Kamera



Gambar 18. Posisi Kamera pada Video Review System



Gambar 19. Posisi Bola *In* dan *Out* pada *Video Review System*



d. Metode Operasi Mata Elang

Semua sistem pada mata elang akan didasarkan pada prinsip triangulasi dengan menggunakan gambar atau visual dan juga waktu, dimana waktu akan berpengaruh terhadap tangkapan rekaman gambar yang dihasilkan. Setiap *frame* dari setiap kamera akan dikirim ke *PC* atau laptop dengan tujuan dapat di ulang atau *replay*. Teknologi mata elang ini akan disambungkan dengan aplikasi berbasis android dengan keunggulan tayangan ulang atau *replay* yang ada hanya 6 detik sebelum terjadinya kesalahan atau pelanggaran sehingga akan menghemat waktu pada saat pemain meminta *challenge* (meminta bukti terjadinya *foul*).

(<http://adatoong.blogspot.com/2011/10/hawk-eye.html>, diunduh tanggal 1 Oktober 2017)

3. *Foul* (Kesalahan)

a. *Foul* pada Servis

Pergerakan kaki dari *tekong*. Pergerakan dapat berupa bergesernya kaki tumpuan *tekong* keluar dari *service circle* dan juga kaki tumpuan *tekong* melompat pada saat akan menyepak bola yang dilambungkan oleh

apit kanan maupun *apit kiri*. Kaki tumpuan *tekong* mengalami pergeseran pada saat akan melakukan servis karena menyesuaikan dengan lambungan bola dari *apit kanan* maupun *apit kiri*. Hasil lambungan bola dari *apit kanan* maupun *apit kiri* terkadang tidak bisa stabil arahnya, jadi *tekong* harus menyesuaikan dengan arah datangnya lambungan bola. *Tekong* akan berusaha meraih bola untuk bisa di servis. Hal itulah yang menjadikan perlunya koordinasi dan penyesuaian yang lama antara *apit kanan* maupun *apit kiri* dengan *tekong* agar arah lambungan bola dapat stabil yang dapat menghasilkan servis yang mematikan tanpa *foul*.

b. Foul pada Net Saat Melakukan Block

Foul dalam sepak takraw tidak hanya terjadi pada pelaksanaan servis, melainkan juga pada net. *Foul* pada net biasanya terjadi pada saat melakukan *blocking* atau menghalau *smash* dari lawan. Dikatakan *foul* pada net apabila kaki melewati net atau tidak pada saat melakukan *blocking smash*, anggota badan ataupun pakaian yang dipakai menyentuh net atau tidak, dan posisi kaki atlet melewati garis batas yang ada di bawah net atau tidak. Pemain biasanya akan fokus pada bola jadi terkadang tidak tahu *foul* atau tidak.

4. Sepak Takraw

Sepak takraw awalnya berasal dari permainan sepakraga, dimana permainan berasal dari bangsa Melayu, yang tumbuh dan berkembang di Nusantara. Sepak takraw dimainkan di dalam lingkaran yang terdiri dari 6

sampai dengan 9 orang, dimana masing-masing pemain berusaha menjaga bola rotan untuk tetap berada di udara selama mungkin, dengan menggunakan seluruh anggota tubuh kecuali tangan. Permainan ini berkembang sampai ke semenanjung Indo-China dan beberapa negara di Asia Tenggara lainnya. (Hakim & Hanif, 2017)

Secara harafiah kata “Takraw” berasal dari bahasa thai, yang berarti bola yang terbuat dari rotan (Chen & Xiao, 2017). Kemudian kata sepak yang berarti menyepak, menendang, memainkan bola dengan menggunakan bagian kaki mulai dari ujung kaki sampai ke pangkal paha (Aung-Thwin, 2020).

Permainan sepak takraw didominasi oleh gerakan kaki yang dimainkan di atas lapangan seluas lapangan bulutangkis dan dipertandingkan antara dua regu yang saling berhadapan dengan jumlah pemain masing-masing 3 orang (Muhyi et al., 2021).

Sepak takraw atau biasa disingkat “Takraw”, bisa disebut juga “*Kick Volleyball*” (bola Voli Sepak) atau “*Soccer Volleyball*” (sepak bola voli). Sepak takraw merupakan permainan gabungan antara sepak bola dan bola voli, yang dimainkan di lapangan yang seukuran dengan lapangan bulutangkis. Permainan sepak takraw dimainkan oleh dua tim yang masing-masing tim terdiri atas tiga orang pemain. Setiap tim mempunyai kesempatan tiga kali menyentuh bola yang dianyam dengan menggunakan kaki, paha, bahu atau kepala sebelum menyebrangkan bola tersebut ke daerah permainan lawan (Basyiruddin et al., 2021).

Menurut Abdul Azis Hakim, Sepak takraw merupakan kombinasi dari sepak bola, bola voli, badminton, senam dan olahraga kuno yaitu sepakraga. Bola yang terbuat dari batang rotan kini diganti dengan bola *synthetic*, yang lebih aman dan tahan lama. Lapangan sepak takraw memiliki ukuran dan tinggi net yang sama dengan bulutangkis, kelompok yang terdiri dari 3 orang disebut regu. Kedua regu tersebut bersaing untuk mencapai skor yang lebih tinggi dengan memainkan bola dari kaki ke kaki. (Hakim & Hanif, 2017).

Olahraga sepak takraw merupakan olahraga kompetitif dimainkan oleh 3 orang setiap regu yang dimainkan di dalam lapangan dengan ukuran panjang 13.40 m x lebar 6.10 m dan tinggi net 145-155 cm (Hidayat et al., 2020). Seiring berkembangnya olahraga sepak takraw pada saat ini tidak hanya dipertandingkan 3 lawan tiga akan tetapi terbagi menjadi empat nomor yang dipertandingkan yaitu dua lawan dua, tiga lawan tiga, empat lawan empat dan juga *hoop* Takraw (Hidayat et al., 2016). Olahraga sepak takraw pada praktiknya merupakan jenis olahraga permainan menggunakan bola yang terbuat dari fiber sintetis setelah pada pendahulunya menggunakan bahan rotan. Ditendang dari kaki ke kaki, memberi umpan kepada teman kemudian memukul atau mematikan bola di lapangan lawan, dapat menggunakan seluruh anggota tubuh kecuali tangan (Hidayat et al., 2020).

Sepak takraw adalah suatu bentuk permainan yang dimainkan oleh dua regu/tim yang masing-masing tim terdiri dari tiga pemain (Semarayasa, 2016). Bentuk olahraga ini adalah pertandingan dimana sisi lawan saling

berhadapan dibatasi oleh sebuah net atau jaring yang dipimpin permainannya oleh seorang wasit dibantu asisten wasit (Sukmana & Allsabab, 2018).

Sepak takraw merupakan perpaduan dari tiga macam pertandingan olahraga yaitu, sepak bola, bola voli, dan bulutangkis. Disebut seperti olahraga sepak bola karena permainan ini dimainkan menggunakan kaki dan anggota badan yang lain kecuali tangan. Dikatakan seperti olahraga bola voli karena terdapat teknik mengumpan, *block*, dan *smash*, walaupun anggota tubuh yang digunakan berbeda yaitu menggunakan kaki dan punggung. Dikatakan seperti olahraga bulutangkis karena ukuran lapangan dan net yang digunakan seperti lapangan dan net bulutangkis serta penghitungan nilainya dengan sistem *rally point* (Alfiandi et al., 2018).

Zahara Dkk dalam Ita Dianawati (2008:107) mengemukakan bahwa *“sepak takraw is a traditional game played at international level in Asia. The games it played by using various parts of the body except the hands. Most notably the head is very often used.*

Jadi sepak takraw adalah gerakan menimang-nimang bola dengan punggung kaki, sisi kaki bagian dalam atau bagian luar kaki yang terdiri dari tiga orang pemain pada setiap regu dan dijadikan sebagai suatu permainan yang kompetitif. Dalam permainan sepak takraw sangat mengandalkan pada keterampilan kaki untuk dapat menguasai bola agar tidak terjatuh.

a. Teknik Dasar Sepak Takraw

Berikut ini menurut Sulaiman (2008:15) tentang teknik dasar dalam sepak takraw terdiri dari:

Tabel 3. Teknik Dasar Sepak Takraw

No	Teknik Dasar	No	Teknik Dasar
1	Sepak Sila	7	Memaha (Kontrol Paha)
2	Sepak Kura	8	Teknik Mendada (Kontrol Dada)
3	Sepak Cungkil	9	Teknik Membahu (Kontrol Bahu)
4	Sepak Badek	10	<i>Heading</i>
5	Sepak Mula (Servis)	11	<i>Smash (Smash Kedeng, Smash Gulung)</i>
6	Sepak Tapak (Menapak)	12	<i>Block</i>

b. Pertandingan Sepak Takraw

1) Nomor Pertandingan

Tahun 2006 cabang olahraga sepak takraw mempertandingkan 4 nomor antara lain sebagai berikut:

- a) Nomor Tim
- b) Nomor Regu
- c) Nomor *Double event*
- d) Nomor *Hoop* Takraw

Rick Engel dalam Ita Dianawati (2010:102-103)

c. Nomor Regu

Nomor regu dalam permainan sepak takraw dimainkan oleh dua regu yang masing-masing terdiri dari atas 3 pemain. Salah satu dari tiga pemain berada didekat bagian belakang lapangan dan disebut *tekong (server)*. Dua pemain lainnya berada di depan, dekat jaring, satu pemain di sebelah kiri *tekong* dan satu lagi disebelah kanannya. Pemain yang berada di kiri disebut *Apit kiri* (posisi untuk *smasher*) dan yang berada di sebelah kanan disebut *Apit kanan* (posisi untuk pengumpan) (Mamu et al., 2022).

1) Permainan

- (1) Setiap regu minimal terdiri dari tiga pemain. Jumlah total adalah lima pemain dengan tiga pemain inti dan dua pemain cadangan.

2) Servis

- (1) Dilaksanakan oleh *tekong* berupa lambungan bola dari *apit kanan*. Kaki tumpuan *tekong* berada di bagian *service circle* tepat di tengah lapangan. Kaki tumpuan *tekong* tidak boleh diangkat ataupun keluar dari dalam *service circle*.
- (2) Servis dilakukan secara bergantian sampai 3 kali pelaksanaan.

3) Pemain

- (1) Permainan ini dimainkan oleh dua “regu” masing-masing regu terdiri dari 5 orang pemain yang terdiri dari 3 orang pemain inti dan 2 orang pemain cadangan.
- (2) *Tekong* melakukan servis di area *service circle* yang berada di tengah lapangan.

4) Kesalahan (batal)

- (1) *Tekong* yang melakukan servis, melakukan lemparan bola kepada teman sendiri, memantulkan, melempar dan menangkap lagi setelah wasit menyebutkan angka.
- (2) Pemain melakukan gerakan-gerakan seolah-olah melakukan gertakan saat *tekong* melakukan servis untuk mengganggu konsentrasi lawan.

- (3) *Tekong* mengangkat kaki tumpuan pada saat melakukan servis. Selain itu kaki tumpuan *tekong* keluar dari *service circle* karena lambungan bola dari *apit kanan* terlalu jauh dengan badan maupun terlalu dekat dengan badan sehingga *tekong* akan merubah posisi badan dan posisi kakinya.
 - (4) *Tekong* tidak menyepak bola yang telah diumpun oleh *apit kanan*.
 - (5) Bola dari pukulan *tekong* menyentuh rekan satu regu sebelum menyeberangi net.
 - (6) Bola menyeberangi net akan tetapi jatuh di luar area permainan.
 - (7) Bola yang di servis tidak melewati net.
 - (8) *Tekong* menggunakan tangan atau lengan untuk melakukan servis.
 - (9) *Tekong* melakukan servis sebelum wasit menyebutkan angka.
- Rick Engel dalam Ita Dianawati (2010:102-103)

d. Sepak Mula (Servis) dengan Peraturan Servis

Sepak mula (servis) merupakan teknik dasar yang digunakan untuk memulai permainan atau pertandingan dalam sepak takraw. Sepak mula (servis) dilakukan oleh *tekong* yaitu pemain yang berada di lapangan tepat di tengah lingkaran servis (*service circle*). Kaki tumpuan *tekong* harus tetap berada di dalam lingkaran servis. Apabila kaki tumpuan *tekong* berada pada luar lingkaran dan kaki tumpuan *tekong* menginjak garis pada lingkaran servis (*service circle*) maka akan dinyatakan *foul*.

Tekong akan berusaha menyepak bola yang dilambungkan oleh *apit kanan* maupun *apit kiri* walaupun terkadang tidak sesuai untuk ketinggian dari bola yang diminta. Bola yang disepak oleh *tekong* harus dapat melewati net, menyentuh net maupun tidak dan masuk ke daerah lapangan permainan lawan (Purwanto, 2019).

Servis dalam permainan sepak takraw merupakan teknik dasar yang digunakan sebagai serangan awal ke daerah lawan. Servis yang baik adalah servis yang dilakukan dengan arah sasaran yang tepat ke daerah titik kelemahan lawan, yang akan menyusahkan lawan untuk melakukan serangan. (Wulandari & Irsyada, 2019)

Servis dilaksanakan untuk memulai permainan, akan tetapi servis juga dijadikan sebagai serangan awal untuk mendapatkan angka dalam sebuah permainan. Kegagalan dalam melakukan servis berarti hilangnya kesempatan bagi regu tersebut untuk mendapatkan angka. Kesalahan pemain pada saat melakukan servis dapat dilihat dari kesalahan pelambung bola (*apit kanan* maupun *apit kiri*) dan kesalahan *tekong* (Jamalong, 2015). *Tekong* hendaknya dapat menempatkan servis yang baik dan mencari sasaran yang lemah dari lawan agar lawan sulit untuk menerima dan mengontrol bola seperti penempatan bola pada sudut-sudut lapangan.

Teknik sepak mula (servis) dilihat dari posisi kaki pemukul terhadap bola dibagi menjadi dua cara, yaitu: servis bawah dan servis atas (Priyadi, 2014).

1) Servis Bawah

Gambar 20. Servis Bawah



Sumber: Achmad Sofyan Hanif, 2015:30

Cara Melakukan:

1. Badan dalam posisi berdiri dimana salah satu kaki berada di dalam lingkaran sebagai kaki tumpuan, kaki lainnya berada disamping belakang badan sebagai awalan. Arah kaki tumpuan diusahakan menghadap ke arah pelambung (baik *apit kanan* maupun *apit kiri*).
2. Salah satu lengan dijulurkan ke depan untuk meminta ketinggian bola yang akan dilambungkan oleh *apit* sebagai pelambung.
3. Pada saat bola datang ke arah *tekong*, maka kaki pemukul diayun dari bawah ke atas untuk menyepak bola. Perkenaan dengan bola adalah pada kaki bagian dalam yang ototnya dikencangkan agar mampu menghasilkan sepakan bola yang baik.
4. *Timing* terhadap perkenaan bola adalah ketika bola setinggi lutut.
5. Bola hasil servis diusahakan harus melewati net.

6. Setelah melakukan sepakan servis, badan melakukan gerakan lanjutan dengan mengikuti arah gerak kaki dan mendarat dengan keadaan mengeper ke arah depan.

Kesalahan yang terjadi dalam melakukan servis bawah

1. Arah kaki tumpuan tidak menghadap ke arah pelambung, sehingga pada saat menyepak bola gerak lanjutannya akan terganggu.
2. Kaki yang digunakan untuk menyepak bola tidak dikencangkan pada pergelangan kaki akibatnya pukulan bola tidak bertenaga dan tidak dapat diarahkan sesuai dengan harapan.
3. Kaki tumpuan atau kaki pemukul menginjak garis, hal ini merupakan kesalahan dalam permainan dan sering disebut dengan *foul*.

2) Servis Atas

Gambar 21. Servis Atas



Sumber: Achmad Sofyan Hanif, 2015:30

Cara Melakukan:

1. Gerakan awalan dilakukan seperti pada saat melakukan servis bawah, pemain yang akan melakukan servis berdiri dengan salah satu kaki

tumpu berada di dalam lingkaran (*service circle*). Kaki lainnya sebagai awalan berada di luar lingkaran atau di belakang badan.

2. Salah satu lengan diangkat lurus sejajar dengan permintaan bola yang akan dilambungkan oleh salah satu *apit* (pelambung bola).
3. Saat bola mencapai titik ketinggian yang diinginkan, maka kaki pemukul diayunkan ke arah bola dibantu dengan kaki tumpuan dalam posisi jinjit. Sepakan dilakukan secara eksplosif di atas kepala, sehingga sepakan menukik tajam ke dalam lapangan lawan.
4. Pada saat kaki melakukan sepakan, perkenaan kaki dengan bola dapat dilakukan dengan kaki bagian dalam, punggung kaki, maupun telapak kaki (tapak) bergantung pada tinggi rendahnya bola yang dilemparkan baik dari *apit kanan* maupun *apit kiri*.
5. Hendaknya jangkauan kaki dimaksimalkan dengan meluruskan kaki tumpuan dan kaki pemukul sebagai satu kesatuan, sehingga bola dapat disepak dengan jangkauan yang lebih tinggi, akibatnya bola akan lebih tajam masuk ke daerah lapangan permainan lawan.
6. Pada saat perkenaan bola, posisi kaki pemukul harus berada di atas bola, agar sepakan bola yang dihasilkan tajam dan menukik.
7. Setelah melakukan sepakan, badan mengikuti gerakan lanjutan tungkai ke arah depan dan kaki mendarat dengan mengeper.

Kesalahan umum dalam melakukan servis atas:

1. Kaki tumpuan tidak dihadapkan ke arah pelambung bola, sehingga pada saat menyepak bola maka gerak lanjutannya akan terhambat (tidak anatomis).

2. Kaki pemukul tidak dikeraskan pada pergelangan kaki, akibatnya sepakan bola tidak bertenaga dan tidak dapat diarahkan sesuai dengan harapan.
3. Saat menyepak bola, maka kaki pukul tidak di atas bola akibatnya bola datar dan arah bola tidak tajam dan menukik.

5. Sarana dan Prasarana

(Khikmah & Winarno, 2019) mengatakan bahwa “prasarana merupakan segala sesuatu yang digunakan untuk menunjang terselenggarakannya suatu proses (usaha atau pembangunan). “Prasarana dalam dunia olahraga didefinisikan sebagai sesuatu yang dapat mempermudah atau memperlancar tugas dan memiliki sifat yang relatif permanen. (Saryono, 2008:35)

Ketersediaan prasarana yang baik akan dapat menunjang terselenggaranya *event-event* olahraga serta menunjang tercapainya prestasi olahraga yang maksimal. Menurut UU tentang Sistem Keolahragaan Nasional No. 3 Tahun 2005 dalam Dartija (2015:85), “prasarana olahraga adalah tempat atau ruang termasuk lingkungan yang digunakan untuk kegiatan olahraga dan/atau penyelenggaraan keolahragaan”. Prasarana olahraga mempunyai sifat yang relatif permanen atau susah untuk dipindah. Prasarana olahraga yang dimaksud menurut Saryono (2008:35) diartikan “sebagai prasarana dengan ukuran standar, seperti lapangan, bola basket, lapangan tennis, gedung (*hall*), stadion sepakbola, stadion atletik, dan lain-lain.

Kamus Besar Bahasa Indonesia (2017), mengartikan bahwa “sarana adalah segala sesuatu yang didapat dipakai sebagai alat dalam mencapai maksud dan tujuan”. Sarana atau alat sangat penting dalam memberikan motivasi berlatih atlet sehingga tujuan aktivitas dapat tercapai.

Soepartono dalam Sukiyandari dan Kardiyono (2016:3) menyatakan istilah sarana olahraga adalah “terjemahan dari *facilities* pembelajaran pendidikan yaitu suatu yang dapat digunakan dan dimanfaatkan dalam pelaksanaan jasmani”. Sedangkan menurut Dartija (2015:85), “sarana olahraga adalah peralatan dan perlengkapan yang digunakan untuk kegiatan olahraga”. Selain itu Dartija (2015:85), juga mengemukakan bahwa prasarana olahraga adalah tempat atau ruang termasuk lingkungan yang digunakan untuk kegiatan olahraga atau penyelenggaraan olahraga.

Menurut (Junaedi, Anas & Wisnu, 2015) menjelaskan sarana olahraga dapat dibedakan menjadi :

- 1) Peralatan (*apparatus*), ialah sesuatu yang digunakan, contoh: peti loncat, palang tunggal, palang sejajar, gelang-gelang, kuda-kuda dan lain-lain.
- 2) Perlengkapan (*device*), yaitu:
 - (1) Sesuatu yang melengkapi kebutuhan prasarana, misalnya: net, bendera untuk tanda, garis batas dan lain-lain.
 - (2) Sesuatu yang dapat dimainkan atau dimanipulasi dengan tangan atau kaki, misalnya: bola, raket, pemukul dan lain-lain.

Soepartono dalam Ita Dianawati (2017:26) mengatakan bahwa sarana yang dipakai dalam kegiatan olahraga pada masing-masing cabang olahraga

memiliki ukuran *standard*. Akan tetapi apabila cabang olahraga tersebut dipakai sebagai materi pembelajaran pendidikan jasmani, sarana yang digunakan dapat dimodifikasi, disesuaikan dengan kondisi sekolah dan karakteristik siswa.

Jadi, dari beberapa pengertian sarana olahraga dan prasarana olahraga di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa sarana dan prasarana olahraga adalah suatu kegiatan yang dimanfaatkan dalam melaksanakan pendidikan jasmani maupun olahraga yang meliputi lapangan dan bangunan olahraga beserta perlengkapan untuk melaksanakan proses belajar mengajar pendidikan jasmani serta kegiatan olahraga.

Agus S. Suryobroto dalam Erwin Nizar Priambodo (2015:15) menjelaskan tentang tujuan sarana dan prasarana olahraga adalah untuk:

- a. Memperlancar jalannya pelaksanaan olahraga.
- b. Memudahkan gerakan atlet.
- c. Memacu atlet dalam bergerak.
- d. Kelangsungan aktivitas.
- e. Menjadikan atlet tidak takut melakukan gerakan atau aktivitas.

Adanya sarana dan prasarana olahraga yang baik akan diperoleh manfaat yang begitu besar demi keberlangsungan proses pembelajaran atau latihan dalam olahraga. Sarana dan prasarana menjadi hal yang pokok untuk memperoleh hasil yang sudah ditargetkan.

Suryobroto dalam Erwin Nizar Priambodo (2015:15-16), manfaat sarana prasarana olahraga adalah sebagai berikut:

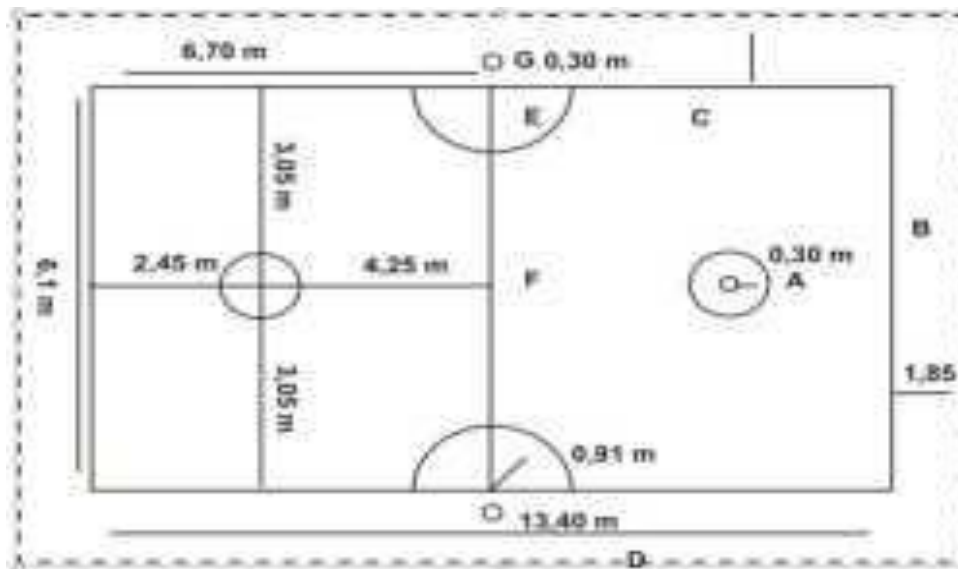
- a. Dapat memacu pertumbuhan dan perkembangan atlet.
- b. Gerakan dapat lebih mudah atau lebih sulit.
- c. Dapat dijadikan sebagai tolak ukur keberhasilan.
- d. Menarik perhatian atlet.

Sesuai dengan pendapat diatas, maka dapat disimpulkan bahwa sarana dan prasarana olahraga mutlak diperlukan demi menunjang perkembangan olahraga atlet maupun pengguna lainnya.

6. Sarana dan Prasarana Sepak Takraw

a. Lapangan Permainan

Gambar 22. Lapangan Sepak Takraw



Sumber: Sudrajat Prawiraputra dalam Ita Dianawati (2017:26)

Sarana dan prasarana merupakan salah satu faktor penunjang untuk mencapai hasil prestasi olahraga yang optimal (Ahmadan et al., 2018). Sarana dapat diartikan sebagai semua fasilitas langsung menunjang suatu proses. Sarana merupakan hal yang sangat penting karena tanpa adanya sarana

menjadikan pembelajaran kurang efektif (Ahmad Ulil Albab, 2016:61). Sedangkan prasarana merupakan fasilitas yang melengkapi kebutuhan sarana yang dimiliki (Ahmadan et al., 2018). Sepak takraw kompetisi dimainkan di lapangan berbentuk persegi panjang dengan permukaan lapangan yang datar (*flat*), lapangan dapat dibuat di dalam gedung (*indoor*) ataupun di luar gedung (*outdoor*).

Ketentuan dan ukuran lapangan sepak takraw tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) Ukuran panjang lapangan sepak takraw: 13,40 m dan lebar: 6,10 m
- 2) Jika lapangan dibuat di dalam gedung, maka tinggi loteng (*roof*) minimal 8 m dari lantai, dan lantai terbuat dari kayu yang memiliki kelenturan. Sedangkan jika lapangan dibuat di luar gedung maka sebaiknya lapangan tanah, bukan rumput atau pasir. (Sulaiman, 2008:9)
- 3) Garis pinggir lapangan (*lines*) ditandai dengan menggunakan kapur/cat atau lakband hitam yang lebarnya 4 cm diukur dari dalam lapangan, artinya bahwa garis 4 cm tersebut berada dalam lapangan. Hal ini sesuai aturan permainan kalau bola jatuh menyentuh garis maka dinyatakan masuk.
- 4) Luas lapangan sepak takraw 13,40 m x 6,10 m dibagi menjadi dua sama besar oleh garis tengah (*centre line*) lapangan yang ukurannya 2 cm.
- 5) Di sudut garis tengah pada kedua sisinya dibuat setengah lingkaran yang jari-jarinya 90 cm diukur dari garis sebelah dalam, sehingga terjadi 4 buah $\frac{1}{4}$ lingkaran (*quarter-circle*)

- 6) Lingkaran tempat servis (*service circle*) dibuat dengan jari-jari 30 cm di tempatkan pada kedua bagian lapangan dengan jarak 2,45 m dari garis belakang (*base line*), 4,25 m dari garis tengah lapangan (*center line*) dan 3,05 m dari garis tepi lapangan (*side-line*).
- 7) Kedudukan tiang net minimal 30 cm dari garis tepi lapangan di ujung pangkal garis tengah lapangan permainan.
- 8) Dalam pertandingan resmi lapangan pertandingan harus bebas dari hambatan permainan minimal sejauh 3 m dari batas lapangan arah luar (Rattinus Darwis dalam Sulaiman, 2008:10).

7. Perlengkapan Permainan

Perlengkapan yang digunakan pada permainan sepak takraw antara lain:

- 1) Net/jaring
- 2) Tiang net/tiang jaring

Tiang pada net terbuat dari besi dengan diameter 4 cm tertanam kuat di lantai. Tinggi tiang net 155 cm. Sedangkan dalam pertandingan resmi tinggi net sebagai berikut:

- (1) Untuk nomor putra, di tepi: 155 cm dan di tengah: 152 cm
- (2) Untuk nomor putri, di tepi: 145 cm dan di tengah: 142 cm

- 3) Bola takraw

Gambar 23. Bola Sepak Takraw



Sumber: Rattinus Darwis, 1992 dalam Sulaiman (2008:11)

Perkembangan awal bola takraw terbuat dari rotan, sedangkan untuk bola takraw yang sekarang digunakan terbuat dari plastik (*synthetic fiber*) yang terdiri dari 12 lubang, 20 titik persimpangan, dengan 9-11 anyaman. Bola yang digunakan untuk pertandingan memiliki ukurannya sebagai berikut:

- (1) Lingkaran bola: putra: 42-44 cm, putri: 43-45 cm
- (2) Berat bola: putra: 170-180 gram, putri: 150-160 gram

Tipe bola takraw yang standar digunakan secara resmi dalam pertandingan sepak takraw nasional maupun internasional, yaitu bola dengan merk “Marathon” buatan Thailand dan “Gajah Emas” buatan Malaysia

8. Wasit Sepak Takraw

Wasit merupakan seseorang yang memiliki wewenang untuk mengatur jalannya suatu pertandingan olahraga (Wikipedia, 2018). Wasit memiliki hak penuh selama pertandingan berlangsung kepada seluruh pemain, pelatih dan *official* dalam sebuah tim. Terdapat beberapa istilah yang digunakan untuk menyebutkan wasit. Dalam bahasa Inggris dikenal dengan nama *referee, umpire, judge*, atau *linesman*.

Wasit dituntut agar memiliki sikap tegas, adil, disegani, dan ditakuti oleh semua pemain dan *official*. Ia harus pandai, cerdas, dan tidak memihak pada salah satu tim atau pemain tertentu. Oleh karena itu, wasit harus benar-benar menguasai teknik-teknik perwasitan dan peraturan pertandingan secara lengkap, mendetail, dan sempurna. Seperti pemimpin pada umumnya penampilan wasit sangat menentukan ketika ia berada di lapangan, wasit harus

tampak berwibawa dan memiliki karisma agar semua pihak yakin akan kepemimpinannya.

Tugas pokok seorang wasit adalah memimpin suatu pertandingan agar pertandingan itu berjalan dengan lancar tanpa ada gangguan selama pertandingan berlangsung. Sebenarnya wasit adalah seorang pemimpin yang mampu mempengaruhi orang yang dipimpinnya agar mau berusaha untuk memperlancar pertandingan. (Tugas dan Wewenang Wasit Sepak Takraw _ ATURAN PERMAINAN.htm, diunduh tanggal 10 Oktober 2017)

9. Kamera

Kamera yang digunakan pada “*Mata Elang Sepak Takraw PP_515*” merupakan alat perekam yang terdiri dari beberapa komponen, antara lain kamera Raspberry Pi V3 dengan resolusi sensor 11.9 megapiksel dan resolusi gambar maksimal sebesar 4608 x 2592 piksel yang digunakan untuk merekam gambar. Kamera Raspberry Pi V3 memiliki kecepatan dalam menangkap gambar secara cepat terhadap pelaksanaan servis. Dipilihnya kamera Raspberry Pi V3 karena tangkapan gambar terlihat jernih dan tepat untuk digunakan sebagai kamera pendeteksi gerakan objek.

Gambar 24. Kamera Mata Elang

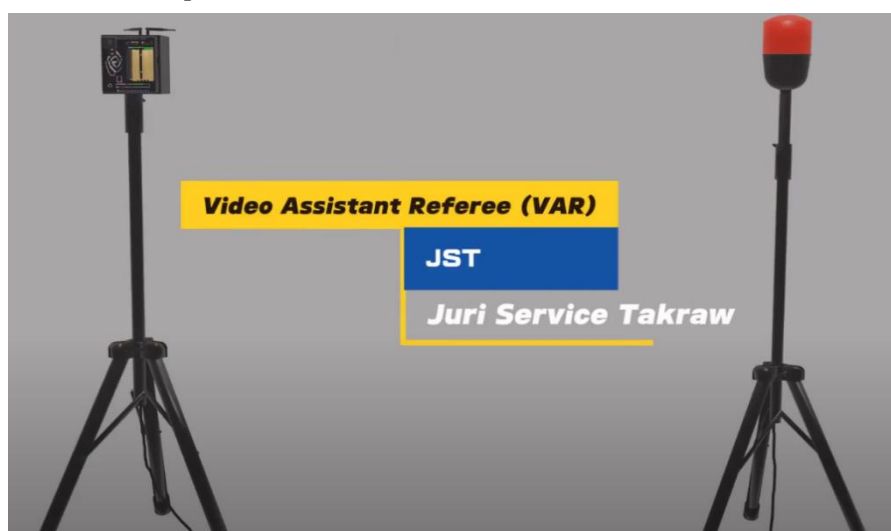


Sumber: Dokumentasi Peneliti

10. *Tripod*

Tripod yang dipakai pada alat mata elang ini terbuat dari bahan alumunium yang dapat diatur tinggi dan rendahnya. Dipilihnya *tripod* yang terbuat dari bahan alumunium agar lebih kuat dalam menyangga kamera yang berukuran besar dan tinggi rendahnya kamera dapat diatur sesuai dengan kebutuhan. Posisi *tripod* harus lebih tinggi dari ketinggian net agar dapat menangkap objek secara jelas.

Gambar 25. *Tripod*



Sumber: Dokumentasi Peneliti

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Kajian penelitian yang relevan, peneliti mendeskripsikan penjelasan dan beberapa hasil penelitian yang berhubungan dengan variabel penelitian ini adalah pengembangan alat mata elang pendeteksi *foul* servis sepak takraw. Penelitian yang relevan dengan penelitian ini, antara lain sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Penelitian yang Relevan

No	Nama Peneliti/ Tahun	Judul	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	(Bal & Dureja, 2012)	<i>Hawk Eye: A Logical Innovative Technology Use in Sports for Effective Decision Making</i>	Metode penelitian yang digunakan dalam studi tentang teknologi <i>Hawk-Eye</i> dalam olahraga ini melibatkan kombinasi tinjauan literatur, analisis kemajuan teknologi, dan pemeriksaan dampak <i>Hawk-Eye</i> terhadap pengambilan keputusan dalam olahraga	Penelitian tentang teknologi <i>Hawk-Eye</i> dalam olahraga menyoroti keakuratannya dalam mengukur jalur bola yang sebenarnya, namun juga menunjukkan keterbatasan dalam memprediksi jalur bola di masa depan. Teknologi <i>Hawk-Eye</i> dianggap sebagai komponen penting untuk pengambilan keputusan dalam olahraga, menyediakan alat bagi pemain, pelatih, dan ahli statistik untuk menganalisis permainan dan mengembangkan strategi baru.
2.	(Fitzpatrick et al., 2023)	<i>Analysing Hawk-Eye ball-tracking data to explore successful serving and returning strategies at Wimbledon</i>	Analysis Data	Penelitian tentang strategi servis dan pengembalian pada pertandingan tenis lapangan rumput elit dengan menggunakan data <i>Hawk-Eye</i> menyimpulkan bahwa pemain pria dan wanita cenderung melakukan servis pertama ke tepi lateral kotak servis dan servis kedua dengan lebih konservatif. Pemenang diketahui melakukan lebih banyak pengembalian servis kedua ke zona lebar, yang menunjukkan keunggulan taktis. Pelatih dapat memanfaatkan temuan ini untuk meningkatkan kekhususan pelatihan

No	Nama Peneliti/ Tahun	Judul	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
				<p>untuk pertandingan lapangan rumput. Studi ini juga menyoroti pentingnya akurasi dan pengambilan keputusan taktis dalam melakukan servis dan pengembalian dalam pertandingan tenis elit. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan wawasan berharga mengenai keberhasilan strategi servis dan pengembalian yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kinerja pemain di kompetisi lapangan rumput.</p>
3.	(Bewoor et al., 2022)	<i>Hawk Eye Detection System (Using Python)</i>	Kuantitatif dan Kualitatif	<p>Temuan penelitian menunjukkan bahwa teknologi <i>Hawk Eye</i> banyak digunakan dalam kriket untuk memantau lintasan bola dan membantu pengambilan keputusan di lapangan. Dengan menggunakan kamera dan perangkat lunak, sistem ini dapat menganalisis kecepatan dan posisi bola, sehingga memberikan wawasan berharga bagi pemain dan ofisial. Meskipun teknologi ini diterima secara luas dalam komunitas kriket, kesadaran masyarakat mengenai teknologi ini masih kurang. Tujuan utama teknologi <i>Hawk Eye</i> adalah untuk meningkatkan pemahaman masyarakat tentang kemampuannya</p>

No	Nama Peneliti/ Tahun	Judul	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
				<p>dan pada akhirnya meningkatkan pengalaman bermain kriket. Selain itu, Sistem Deteksi Mata Elang adalah alat kontemporer yang digunakan dalam olahraga seperti <i>cricket</i> dan tenis untuk melacak jalur bola. Keandalan dan ketergantungan sistem telah diteliti, menunjukkan efektivitasnya dalam membatalkan keputusan wasit. Hasilnya, sistem <i>Hawk Eye</i> telah menjadi komponen penting dalam pertandingan kriket, meningkatkan pengalaman keseluruhan bagi pemain dan penonton.</p>
4.	(Buyukcelebi et al., 2022)	<i>Development of the Effect of Video Assistant Referee Application on Football Parameters</i>	Kuantitatif	<p>Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh sistem <i>Video Assistant Referee (VAR)</i> terhadap parameter sepak bola pada Piala Dunia FIFA 2018 dan Kejuaraan Sepak Bola Eropa 2020. Hasilnya menunjukkan penurunan waktu babak kedua dan total waktu pertandingan, serta peningkatan jumlah offside di Piala Eropa 2020 dibandingkan Piala Dunia FIFA 2018. Tidak ada perbedaan signifikan dalam jumlah gol, kartu kuning, kartu merah, waktu babak pertama, dan penalti antara kedua turnamen. Studi tersebut</p>

No	Nama Peneliti/ Tahun	Judul	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
				<p>menunjukkan bahwa seiring dengan semakin akrabnya wasit dengan sistem VAR, dampaknya terhadap permainan mungkin akan berkurang seiring berjalannya waktu.</p> <p>Sistem VAR memberikan dampak signifikan terhadap dinamika permainan di Kejuaraan Sepak Bola Eropa 2020 dibandingkan dengan Piala Dunia FIFA 2018. Terjadi penurunan pada babak kedua dan total waktu pertandingan, peningkatan jumlah offside, dan penurunan kebutuhan performa fisik. Sistem VAR telah berkembang seiring berjalannya waktu, dengan penyesuaian yang dilakukan untuk meminimalkan dampaknya terhadap permainan. Penelitian di masa depan harus fokus pada pengembangan VAR di berbagai liga dan turnamen untuk lebih memahami dampaknya.</p>
5.	(Winand et al., 2021)	<i>Sports fans and innovation: An analysis of football fans' satisfaction with video assistant refereeing through social identity and argumentative theories</i>	Survey Kuantitatif	Terdapat tingkat kepercayaan yang tinggi terhadap keakuratan, efektivitas, dan keadilan VAR, dan sebagian besar penggemar sepak bola menyukai VAR. Namun, fans yang memiliki identifikasi

No	Nama Peneliti/ Tahun	Judul	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
				lebih tinggi terhadap tim favoritnya kurang puas dengan VAR karena dianggap menghalangi keceriaan dalam debat ajang pertandingan.
6.	(Mike et al., 2024)	<i>Meta-analysis of the effects of VAR on goals scored and home advantage in football</i>	Meta-analisis	Temuan menunjukkan bahwa secara keseluruhan tidak ada perbedaan yang signifikan atau bermakna secara statistik antara musim/kompetisi sebelum dan sesudah VAR dalam hal jumlah total gol yang dicetak per pertandingan. Demikian pula, tidak ada pengurangan keunggulan kandang terkait VAR dalam hal jumlah gol yang dicetak, arah hasil rata-rata, dan kedekatan hasil pertandingan. Terdapat heterogenitas moderat untuk beberapa perbandingan, dan VAR mengurangi varian antarkompetisi dalam hal jumlah gol yang dicetak dan kedekatan skor pertandingan. Implikasi temuan dibahas. Sebagai studi terbesar yang berfokus pada VAR dan yang pertama menggunakan pendekatan meta-analitik, temuan saat ini merupakan yang paling komprehensif dan definitif hingga saat ini.
7.	(Maiquiel et al. 2023)	<i>A systematic review of the literature on video assistant referees in</i>	Methodi Ordinatio	Menjadi wasit dalam olahraga adalah tentang keadilan. Tugas wasit

No	Nama Peneliti/ Tahun	Judul	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
		<i>soccer: Challenges and opportunities in sports analytics</i>		<p>adalah menyeimbangkan apa yang dianggap adil oleh pemain yang menguasai bola dengan apa yang dianggap adil oleh pemain yang mencoba mengambil bola. Wasit adalah hakim atas dua pendapat yang berlawanan tersebut. Sepak bola (soccer) memiliki daya tarik global dan minat penggemar yang sangat besar. Beberapa kejuaraan sepak bola kini menggunakan Video Assistant Referees (VAR) untuk membantu wasit mengambil keputusan yang tepat. Penelitian ini mengulas literatur tentang VAR dalam sepak bola dengan menggunakan Methodi Ordinatio . Methodi Ordinatio adalah metodologi yang digunakan untuk memilih dan memberi peringkat pada makalah ilmiah relevan yang menggabungkan faktor dampak, jumlah kutipan, dan tahun penerbitan. Kami menyajikan studi kasus tentang jarak yang ditempuh wasit VAR di kejuaraan utama sepak bola Brasil (Serie A Brasil). Studi ini mengadopsi metode p-median untuk menganalisis dampak pembukaan ruang</p>

No	Nama Peneliti/ Tahun	Judul	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
				operasi VAR pada jarak yang ditempuh oleh para profesional yang melakukan perjalanan untuk memimpin pertandingan. Lokasi ruang operasi VAR diperoleh, dan penerapan lokasi tersebut pada sepuluh putaran pertama Serie A Brasil musim 2021 kemungkinan akan mengurangi sekitar 70% jarak yang ditempuh petugas VAR dibandingkan dengan total jarak yang dilakukan.

Berdasarkan hasil *review* penelitian yang relevan di atas, maka terdapat perbedaan antara hasil penelitian satu dengan yang lain. Kesamaannya adalah dalam hal penggunaan metode penelitian dan pengembangan. Sedangkan perbedaannya sangat terlihat terkait dengan subjek penelitian. Pada penelitian sebelumnya penggunaan teknologi *Hawk-eye* diterapkan dalam cabang olahraga sepak bola, tenis lapangan, dan *cricket*. Oleh karenanya peneliti memfokuskan penelitian ini pada pengembangan *Hawk-eye* pada cabang olahraga sepak takraw untuk mendeteksi kesalahan pelaksanaan servis.

Tabel 5. Kebaharuan (*Novelty*)

Kebaharuan	Penelitian yang Relevan	Penelitian yang Dilakukan
Tujuan	Mengembangkan produk <i>Hawk-eye</i>	Mengembangkan produk <i>Hawk-eye</i>

Kebaharuan	Penelitian yang Relevan	Penelitian yang Dilakukan
	dalam cabang olahraga sepak bola, tenis lapangan, dan <i>cricket</i> terkait dengan <i>In</i> dan <i>Out</i> bola	dalam cabang olahraga sepak takraw untuk mendeteksi kesalahan servis
Metode	Menggunakan R&D	Menggunakan R&D
Subjek	Wasit	Wasit
Analisis Data	Uji Kelayakan dan Uji Efektivitas	Uji Validitas, Uji Kelayakan, dan Uji Efektivitas

C. Kerangka Pikir

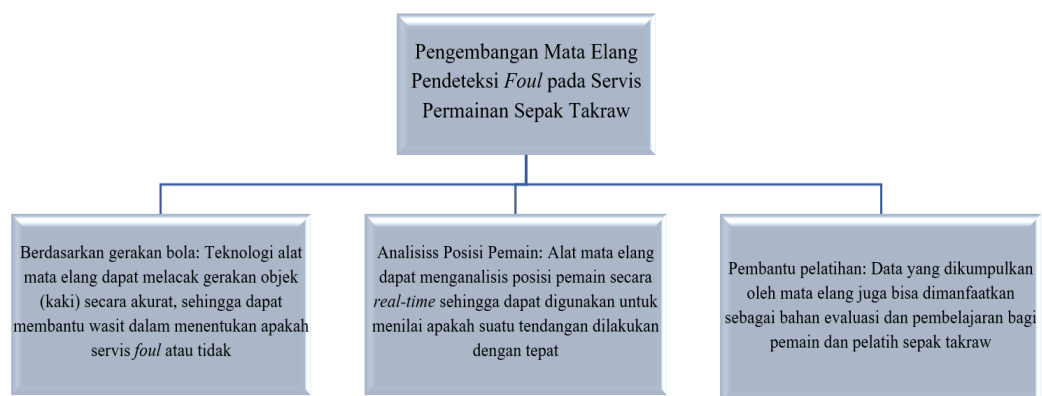
Dasar dari pengembangan mata elang pada *service circle* sesuai dengan pelaksanaan servis dalam sepak takraw. Penggunaan alat mata elang, dapat membantu kinerja wasit dalam pertandingan. Alat *Mata Elang Sepak Takraw PP_515* yang ada pada lapangan ini dikembangkan sesuai dengan permasalahan yang ada di lapangan selama pertandingan sepak takraw ketika sedang melakukan servis, dimana kaki tumpuan *tekong* keluar dari *service circle* ataukah kaki tumpuan *tekong* terangkat pada saat akan menyepak bola yang disebabkan karena lambungan bola dari *apit kanan* terlalu jauh dari tubuh maupun lambungan bola dari *apit kanan* terlalu dekat dengan tubuh, hal tersebut memerlukan kejelian seorang wasit dalam memimpin jalannya sebuah pertandingan karena servis terjadi dalam waktu cepat.

Pengembangan alat mata elang ini diharapkan dapat membantu permasalahan tersebut. Pengembangan mata elang pada *service circle* lapangan

sepak takraw adalah alat tambahan dalam lapangan sepak takraw sebagai pendeteksi adanya gerakan yang salah dalam pelaksanaan servis.

Keuntungan lapangan sepak takraw menggunakan alat mata elang ini adalah pelanggaran yang hampir sulit dideteksi dapat terdeteksi dengan menggunakan alat mata elang ini, sehingga wasit dapat memberikan keputusan secara tepat dan akurat.

Gambar 26. Bagan Alur Kerangka Kerja



D. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, diperoleh masalah yang perlu dikaji lebih mendalam melalui penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengembangkan alat pendeteksi *foul* pada servis dalam permainan sepak takraw yang efektif dan akurat?
2. Bagaimana melakukan evaluasi kelayakan alat pendeteksi *foul* pada servis dalam permainan sepak takraw dari segi keandalan, akurasi, dan kepraktisan?
3. Sejauh mana efektivitas pendeteksi *foul* pada servis permainan sepak takraw dalam mencegah terjadinya kesalahan?

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Metode penelitian dalam disertasi ini adalah pengembangan. Penelitian pengembangan memiliki fungsi untuk memvalidasikan dan mengembangkan sebuah produk baru. Memvalidasikan produk dalam arti, produk telah dihasilkan dan penulis berupaya untuk melakukan validasi dan menguji efektivitas produk yang sudah disusun. Mengembangkan sebuah produk secara luas berupa memperbaharui produk yang sudah ada sebelumnya atau mengembangkan yang belum ada sehingga akan ditemukan produk baru yang lebih efektif dan efisien.

Penelitian dalam konteks pendidikan, penelitian dan pengembangan memiliki peran penting dalam upaya mengembangkan dan menguji berbagai produk, seperti materi pelatihan sosial, bahan pembelajaran, serta sistem pengelolaan. Hasil dari penelitian pengembangan dapat memberikan nilai tambah, termasuk pengembangan *prototipe* produk atau program yang sedang dikembangkan. Proses ini menitikberatkan pada perancangan dan evaluasi produk yang tengah dikembangkan, serta melakukan sebuah perbandingan seberapa efektif dan efisien dengan alat yang serupa yang sudah diproduksi sebelumnya.

Penelitian ini, penulis menggunakan model *ADDIE* dalam proses pengembangan. *ADDIE* singkatan dari tahap-tahap penelitian pengembangan, yaitu Analisis (*Analyze*), Perancangan (*Design*), Pengembangan (*Development*), Implementasi (*Implementation*), dan Evaluasi (*Evaluation*). Penulis memilih model

pengembangan ini karena alasan rasionalnya, yang mencakup keefektifan dan keunggulan model ini dalam merancang, mengembangkan, dan mengevaluasi produk atau program pendidikan dengan pendekatan yang terstruktur dan sistematis.

Model pengembangan dalam penelitian ini adalah model pengembangan. Tujuan dari penelitian ini untuk mengembangkan alat mata elang pada *service circle* lapangan sepak takraw untuk mendeteksi kegagalan servis. Langkah-langkah yang digunakan peneliti untuk modifikasi alat mata elang pada lapangan sepak takraw adalah sebagai berikut:

- 1) Analisis Kebutuhan: Identifikasi dan analisis kebutuhan yang spesifik terkait dengan deteksi kegagalan servis dalam lapangan sepak takraw. Persyaratan teknis, seperti akurasi deteksi, kecepatan respons, dan kemampuan adaptasi terhadap variasi gerakan servis.
- 2) Studi Literatur: Studi literatur untuk menemukan penelitian sebelumnya yang relevan dalam pengembangan alat mata elang dan deteksi kegagalan servis pada sepak takraw.
- 3) Desain Konseptual: Berdasarkan analisis kebutuhan dan pengetahuan dari studi literatur, desain konseptual untuk modifikasi alat mata elang. Pertimbangkan elemen-elemen seperti sensor yang diperlukan, algoritma deteksi, dan perangkat keras yang mendukung.
- 4) Pembuatan *Prototipe*: Implementasi desain konseptual ke dalam bentuk *prototipe* alat mata elang. Pembuatan alat mata elang untuk mendeteksi *foul* pada servis dalam permainan sepak takraw.

- 5) Uji Coba Lapangan yang Lebih Luas: Setelah melakukan perbaikan dan literasi pada *prototipe*, uji coba lapangan yang lebih luas dengan melibatkan pemain wasit. Tinjau respons dan umpan balik terhadap penggunaan alat mata elang dalam mendeteksi kegagalan servis.
- 6) Evaluasi dan Analisis: Evaluasi hasil uji coba lapangan yang lebih luas dan analisis data yang diperoleh. Tinjau tingkat akurasi deteksi, waktu respon, dan kinerja secara keseluruhan. Identifikasi kekuatan dan kelemahan alat mata elang yang telah dikembangkan.

B. Prosedur Pengembangan

Proses pengembangan *ADDIE* terdiri dari lima tahap utama, yaitu *Analysis* (Analisis), *Design* (Perancangan), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), dan *Evaluation* (Evaluasi). Penjelasan yang lebih rinci mengenai prosedur ini yaitu sebagai berikut:

1. Tahap Analisis (*Analyze*)

Berdasarkan permasalahan yang ada, penulis melakukan analisis permasalahan melalui survei di lapangan, wawancara kepada 5 orang wasit, 10 orang pelatih, dan 17 orang atlet. Selain itu melakukan penyebaran kuesioner yang diisi oleh 10 orang wasit. Hal ini dilakukan untuk menganalisis permasalahan yang sedang dialami pada penerapan pendeteksi *foul* servis permainan sepak takraw, sehingga dengan hasil analisis yang telah diperoleh mampu melihat permasalahan yang ada kemudian secepatnya akan disusun sebuah produk yang bermanfaat bagi pelatih dan atlet.

2. Tahap Desain (*Design*)

Desain digunakan untuk menentukan spesifikasi detail terkait produk yang akan disusun, secara lengkap diuraikan sebagai berikut:

- a. Penulis melakukan analisis dokumen berupa *ebook*, artikel journal, dan internet untuk menentukan model dan materi yang sesuai dalam pengembangan mata elang pendeteksi *foul* pada servis permainan sepak takraw.
- b. Menetapkan alat pengembangan mata elang pendeteksi *foul* pada servis permainan sepak takraw.

3. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Pada tahap pengembangan, penulis menyusun kuesioner untuk menilai isi materi dan kelayakan kepada ahli. Setelah kuesioner selesai, penulis menemui ahli materi satu persatu dengan teknik *delphi*. Ahli materi menilai berdasarkan kuantitatif skala likert 1-5, dan kualitatif dengan saran masukan setelah mendapatkan hasilnya, penulis merevisi sesuai saran, dan dianalisis menggunakan rumus *Aiken Validity*. Apabila dari semua ahli mendapatkan *consesus*, maka produk dapat dikatakan layak secara isi. Kemudian penulis melakukan uji coba skala kecil dan besar kepada praktisi dan wasit sepak takraw.

4. Tahap Implementasi (*Implementation*)

Tahap implementasi melibatkan penerapan sistem pendeteksi pelanggaran servis yang telah dikembangkan dalam konteks permainan sepak takraw. Sistem tersebut akan diuji secara langsung dalam situasi nyata, di mana servis dilakukan oleh pemain. Pada tahap ini, peneliti akan melibatkan pemain, wasit, atau pihak terkait lainnya untuk menguji dan mengevaluasi kinerja sistem.

5. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

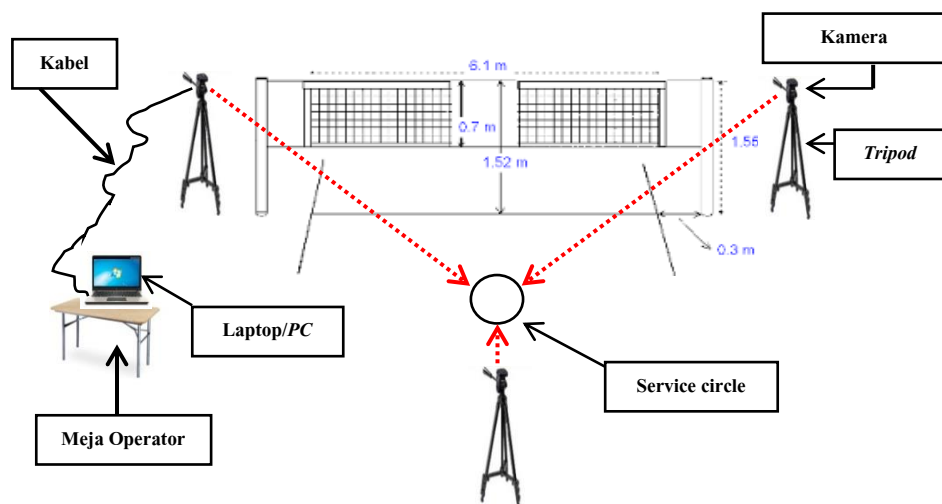
Tahap evaluasi melibatkan penilaian terhadap kinerja sistem pendeteksi pelanggaran servis. Evaluasi dapat dilakukan dengan membandingkan hasil pendeteksian sistem dengan keputusan wasit manusia yang dianggap sebagai standar acuan. Hasil evaluasi tersebut akan memberikan masukan tentang efektivitas sistem dan kemungkinan perbaikan atau peningkatan yang diperlukan.

C. Desain Uji Coba Produk

1. Desain Uji Coba

Produk yang dihasilkan pada penelitian pengembangan ini adalah alat mata elang yang dipasang menggunakan *tripod* pada sisi-sisi lapangan yang berguna untuk mendeteksi *foul* pada servis permainan sepak takraw. Dalam pembuatan produk yang dikembangkan, peneliti membuat produk berdasarkan kajian teori yang kemudian dievaluasi oleh dua ahli elektronik dan satu ahli sepak takraw.

Gambar 27. Konsep Desain Awal *Prototype* Alat “Mata Elang Sepak Takraw PP_515”



Konsep bagian-bagian dari *prototype*:



: *Tripod*



: Kamera



: Kabel Penghubung



: Laptop/PC Pengolah Data

❖ **Karakteristik alat mata elang :**

a. Kamera

- *Setting* pada kamera Raspberry Pi V3 dengan resolusi sensor 11.9 megapiksel dan resolusi gambar maksimal sebesar 4608 x 2592 piksel.

b. *Tripod*

- *Tripod* terbuat dari aluminium
- Ketinggian *tripod* dapat diatur sesuai dengan kebutuhan

a. **Validasi Desain**

Validasi desain merupakan proses kegiatan untuk menilai apakah rancangan alat pendeteksi *foul* servis pada *service circle* yang secara rasional lebih efektif untuk menentukan kegagalan (*foul*/sah dan tidaknya servis) yang dilakukan oleh *tekong* dan untuk mendeteksi *foul*. Rasional karena validasi yang digunakan bersifat penilaian berdasarkan pemikiran rasional, belum merupakan fakta di lapangan.

Validasi desain produk dilakukan dengan cara menghadirkan pakar yang sudah berpengalaman untuk dapat menilai dan mengevaluasi produk berupa alat mata elang pendeteksi *foul* servis pada *service circle* tersebut agar diketahui kelemahan dan kekuatan, serta apakah sudah sesuai dengan tujuan pada penelitian ini. Produk yang dikembangkan dievaluasi terlebih dahulu oleh ahli elektro dan ahli sepak takraw sebelum diujicobakan terkait dengan *konstruk* dan *contain*.

Ahli sepak takraw terkait dengan kebermanfaatan, keamanan, kenyamanan, dan keekonomisan harga produk. Variabel yang dievaluasi oleh ahli meliputi alat dan bahan yang digunakan, keamanan bagi pemain serta kebermanfaatan. Data dari para ahli dihimpun dengan menggunakan koesioner. Acuan dasar pengembangan produk diperoleh dari hasil evaluasi berupa masukan dan saran terhadap produk yang dibuat.

b. Revisi/Perbaikan Desain

Perbaikan desain dilakukan setelah diadakan validasi, desain dengan beberapa pakar dan pelatih sepak takraw, maka akan diketahui kelemahan desain alat mata elang yang ada pada lapangan sepak takraw. Setelah diketahui kelemahan dan kekurangannya, maka dilakukan perbaikan untuk desain dan dihasilkan sebuah produk hasil revisi. Dalam hal perbaikan desain ini adalah peneliti yang menghasilkan alat mata elang pendeteksi *foul* servis pada *service circle* yang dibantu oleh beberapa orang mekanik dalam pembuatannya.

c. Uji Coba Produk

Uji coba produk dilaksanakan melalui beberapa tahapan yaitu:

1) Menetapkan desain produk uji coba

Produk ini adalah produk yang dihasilkan dari hasil revisi desain oleh ahli dan pakar.

2) Menentukan subjek uji coba

Alat mata elang yang dipasang pada sisi-sisi lapangan ini diujicobakan pada atlet baik pada uji coba skala kecil maupun uji coba skala besar.

3) Evaluasi ahli dan atlet

Para pakar, pelatih, dan atlet menilai dan mengevaluasi apakah produk tersebut sudah layak atau belum (layak adalah aman tidak menimbulkan kekhawatiran atlet terhadap atlet serta dapat digunakan sesuai dengan fungsi yang diharapkan bahkan lebih baik menggunakan alat ini daripada hanya dengan mengandalkan pengamatan dari wasit yang terkadang masih kurang akurat).

Variabel yang dievaluasi oleh ahli meliputi orisinalitas, alat dan bahan yang digunakan, keamanan bagi pemain serta kebermanfaatan, keekonomisan alat. Untuk menghimpun data dari para ahli digunakan kuesioner. Data dari para ahli dihimpun dengan menggunakan kuesioner. Acuan dasar pengembangan produk diperoleh dari hasil evaluasi berupa masukan dan saran terhadap produk yang dibuat.

d. Revisi Produk

Revisi produk mata elang dilaksanakan setelah pelaksanaan uji coba jika ada kesalahan dan kendala yang dihadapi. Selanjutnya dari hasil evaluasi ahli ini dianalisis dan menjadi acuan untuk revisi produk sebelum diujicobakan selanjutnya pada uji coba lapangan dan pemakaian.

e. Uji Coba Pemakaian

Uji coba pemakaian dilakukan setelah pengujian terhadap produk alat mata elang berhasil, maka selanjutnya produk digunakan dalam lingkup yang luas yaitu digunakan untuk uji coba skala besar. Tahap ini tetap harus dinilai kekurangan atau hambatan yang muncul guna untuk perbaikan lebih lanjut.

f. Revisi Produk Akhir

Revisi produk pada alat mata elang ini dilakukan jika dalam pemakaian dalam lingkup yang luas tersebut terdapat kekurangan dan kelemahan. Kelemahan yang terjadi misalnya terjadi *korsleting* diantara sela-sela waktu pertandingan. Kamera tidak menyala pada saat pertandingan atau mungkin bahan yang digunakan untuk pelindung kamera kurang kuat dan lain sebagainya sesuai hasil uji coba pemakaian.

g. Pembuatan Akhir Produk Massal

Produk akhir ini didapatkan setelah alat mata elang dinyatakan efektif ketika digunakan dalam sebuah pertandingan, telah melewati tahap uji coba skala besar, maka produk ini dinyatakan dapat digunakan sebagai alat yang layak digunakan untuk pertandingan resmi sepak takraw.

2. Subjek Uji Coba

Subjek uji coba yang dipakai pada uji coba skala kecil dan skala besar jumlahnya berbeda. Subjek yang digunakan dalam uji coba skala kecil berjumlah 10 orang sedangkan untuk subjek yang digunakan dalam uji coba skala besar berjumlah 30 orang. Pada uji efektivitas subjek yang digunakan lebih banyak sejumlah 50 orang.

3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

a. Instrumen Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam pengembangan produk ini berupa wawancara, kuesioner, dan dokumen serta pengamatan lapangan ketika proses penelitian sedang berlangsung.

1) Kuesioner

Kuesioner atau angket digunakan untuk menjangkau informasi secara sistematis dan terarah dari tim ahli. Data hasil evaluasi dan uji coba diperoleh dari kuesioner. Mengapa menggunakan kuesioner adalah karena jumlah subjek yang digunakan banyak, sehingga dapat dilakukan secara bersamaan dalam waktu singkat. Kuesioner yang diberikan antara atlet dan pelatih berbeda. Kuesioner ahli dititikberatkan pada kenyamanan dalam menggunakan produk. Kuesioner untuk pengamat yaitu tiga wasit dititikberatkan pada fungsi alat. Kuesioner yang diberikan pada ahli elektronik dititikberatkan untuk menguji sensitifitas dan keamanan sebelum alat digunakan.

Kuesioner dilandasi kisi-kisi yang telah dibuat oleh peneliti. Angket tersebut digunakan oleh peneliti untuk mengetahui respon/tanggapan dari ahli/pakar, pelatih, wasit dan juga atlet terhadap produk mata elang yang digunakan untuk mendeteksi *foul* servis pada *service circle* yang diletakkan pada sisi-sisi lapangan sepak takraw.

Tabel 6. Kisi-Kisi Kuesioner Untuk Ahli Media

No (1)	Kriteria (2)	Indikator Penilaian (3)	Alternatif Jawaban				
			5	4	3	2	1
			SS	S	CS	TS	STS
1.	Efektif	1. Produk yang disusun dapat secara efektif untuk mendeteksi <i>foul</i>					
2.	Efisien	1. Semua tombol dari produk yang disusun dapat dioperasikan dengan baik					
		2. Mini PC Nvidia Jetson Orin Nano sebagai pemrosesan data dapat memroses dengan baik					
		3. Kamera CSI Rasperry PI Camera Module 3 sebagai pengambil video dan gambar dapat digunakan dengan baik					
		4. <i>Tripod</i> bahan alumunimum sbagai dudukan kamera dapat menopang produk dengan baik					
3.	Kreatifitas	1. Produk yang disusun mudah dibawa kemana mana					
		2. Penyajian data sebagai deteksi <i>foul</i> sebagai alat yang inovatif					
		3. Alat yang disusun memberikan sumbangsih dalam perkembangan teknologi olahraga sepak takraw					

Tabel 7. Kisi-Kisi Kuesioner Untuk Ahli Materi

No (1)	Kriteria (2)	Indikator Penilaian (3)	Nomor Pertanyaan (5)
1.	<i>Kesesuaian Materi</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inovasi alat sesuai dengan keadaan dilapangan bahwa membutuhkan alat pendeteksi <i>foul</i> dalam pertandingan sepak takraw 2. Alat yang dikembangkan adalah alat berbasis teknologi modern 3. Kebutuhan bahan dan materi sudah sesuai dengan tujuan untuk mengembangkan alat pendeteksi <i>foul</i> 4. Alat ukur dapat menyajikan analisis video, <i>font</i>, warna dengan baik 5. Penempatan arah dan tempat penggunaan alat sudah sesuai dengan karakteristik pertandingan 	1,2,3,4,5
2.	<i>Novelty</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alat yang dikembangkan mampu menutupi celah alat yang sebelumnya yang ada 2. Alat yang dikembangkan memiliki perbedaan dengan alat sebelumnya yang ada 	6,7
3.	Manfaat	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alat yang dikembangkan memberikan manfaat bagi wasit memudahkan analisis <i>foul</i> 2. Alat yang dikembangkan dapat memberikan nuansa wawasan baru bagi atlet 3. Alat yang dikembangkan dapat memberikan nuansa wawasan baru bagi pelatih 	8,9,10
4.	Praktibilitas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alat yang dikembangkan memiliki ukuran sedang sehingga mudah dibawa dan digunakan 2. Alat yang dikembangkan praktis dalam pengoperasian 	11,12
5.	Kemenarikan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alat yang dikembangkan didesain sesuai dengan apa yang dibutuhkan dalam pertandingan 2. Alat yang dikembangkan secara visual menarik untuk digunakan 	13, 14

No (1)	Kriteria (2)	Indikator Penilaian (3)	Nomor Pertanyaan (5)
6.	Keamanan	1. Materi dan bahan yang digunakan aman untuk mengembangkan alat 2. Alat yang dikembangkan memiliki tingkat keamanan yang baik	15,16
Jumlah			1 6

2) Wawancara

Wawancara yang digunakan untuk mencari dan mengumpulkan informasi secara sistematis, mendalam, dan terarah dari para ahli yaitu pelatih, wasit, ahli teknik, dan atlet. Wawancara dilakukan dengan berbincang-bincang sehingga narasumber dapat memberikan pendapatnya secara luas dan mendetail.

3) Observasi

Observasi digunakan untuk mencatat kejadian-kejadian penting yang terjadi di lapangan secara langsung sebelum dilaksanakannya sebuah penelitian. Catatan ini ditulis sesuai dengan kenyataan yang sedang terjadi di lapangan sebagai bahan pertimbangan pada penelitian yang dilakukan.

4) Dokumentasi

Dokumentasi digunakan untuk mengetahui latar belakang atlet, ahli sepak takraw, dan ahli teknik elektronik serta sebagai bukti mengenai suatu kegiatan. Tanpa dokumentasi maka sebuah penelitian dapat dikatakan tidak sah.

4. Teknik Analisis Data

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kualitatif dengan metode pengembangan. Analisis data yang digunakan peneliti dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Seluruh data dan hasil pengamatan dikumpulkan berupa catatan lapangan, catatan wawancara, dan catatan hasil diskusi.
- b. Melakukan analisis pertama untuk memilih data ke dalam kategori, kategori pertama terkait dengan penyempurnaan produk, kategori kedua berkenaan dengan keefektifan produk serta ketercapaian produk.
- c. Melakukan analisis yang kedua di dalam masing-masing kategori, pertama terkait analisis dilakukan untuk menemukan data pendukung bagi penyempurnaan produk, kategori kedua analisis dilakukan untuk memetakan keefektifan produk serta ketercapaian tujuan produk.
- d. Melakukan proses sintesis, yaitu mengolah keseluruhan data untuk merumuskan ketercapaian produk.
- e. Pembuatan kesimpulan akhir.

Analisis efektivitas produk dilakukan dengan cara membandingkan data nominal/angka jumlah dan sehingga teknik analisis data yang digunakan adalah menggunakan *deskriptif prosentase*. Teknik analisis data ini digunakan untuk mengetahui validitas produk dari ahli dan respon keterterimaan atlet, pelatih, dan wasit terhadap produk alat “*Mata Elang*”

"Sepak Takraw PP_515" yang diberikan oleh peneliti. Sedangkan data yang berupa saran dan alasan memilih jawab dianalisis menggunakan teknik analisis kualitatif. Rumus yang digunakan dalam pengolahan data prosentase adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum x_i}{\sum x_j} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Prosentase

$\sum X_i$ = Jumlah Skor Penilaian oleh Pelatih, Wasit atau Atlet

$\sum X_j$ = Jumlah Skor Maksimal

100 = Konstanta

Hasil prosentase yang diperoleh kemudian diklasifikasikan untuk memperoleh kesimpulan data.

Tabel 8. Klasifikasi Prosentase

Prosentase	Klasifikasi	Makna
75 – 100 %	Sangat Baik	Sangat Layak Digunakan
50 – 75 %	Baik	Layak Digunakan
25 – 50 %	Baik	Diperbaiki
0 – 25 %	Kurang Baik	Tidak Layak Digunakan

Adapun rumus untuk mengolah penilaian ahli elektronik dan ahli sepak takraw adalah sebagai berikut:

Rumus untuk mengolah data per subjek uji coba.

$$P = \frac{N_a \times 100 \%}{T_a}$$

Keterangan:

P = Persentase hasil evaluasi subjek uji coba

Na = Jumlah jawaban skor oleh subjek uji coba

Ta = Jumlah jawaban maksimal dalam aspek penilaian oleh subjek uji coba

100% = Konstanta

Tabel 9. Analisis Prosentase Hasil Evaluasi Ahli

Skor	Kategori
$X > 4,21$	Sangat baik
$3,40 < X \leq 4,21$	Baik
$2,60 < X \leq 3,40$	Cukup
$1,79 < X \leq$	Kurang

Sumber: Suharyanto, 2007:52 (dalam Ita Dianawati, 2017:62)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Pengembangan produk awal dilakukan melalui perencanaan dan penyusunan instrumen tes. Penelitian pengembangan ini mengembangkan mata elang pendeteksi *foul* pada servis permainan sepak takraw yang diberi nama “*Mata Elang Sepak Takraw PP_515*”. Penulis berharap alat “*Mata Elang Sepak Takraw PP_515*” pada *service circle* untuk mendeteksi kegagalan servis yang telah dikembangkan menjadi alternatif untuk permainan sepak takraw.

Pengembangan produk alat ini atas dasar permasalahan yang ada, dengan mencari sebuah permasalahan menggunakan fakta di lapangan melalui observasi, survei, wawancara, dan penyebaran kuesioner. Model yang telah tersusun tentunya mengalami penyusunan yang sistematis yaitu studi pendahuluan, mendesain model, melakukan uji kelayakan oleh lima ahli materi menggunakan analisis *Aiken V*, selain itu menguji kelayakan berdasarkan penilaian pelatih, atlet serta melakukan uji kepraktisan alat “*Mata Elang Sepak Takraw PP_515*” yang dinilai oleh 5 ahli media. Hasil analisis telah disajikan sebagai berikut:

1. Studi Pendahuluan

Pada tahap ini penulis melakukan studi pendahuluan untuk memperkuat isi latar belakang dan sebagai dasar untuk mengembangkan sebuah model mata elang pendeteksi *foul*. Studi

pendahuluan yang diterapkan menggunakan survei dan wawancara serta penyebaran kuesioner.

a. Survei dan Wawancara

Pada tahap ini penulis melakukan survei dan wawancara. Wawancara dilakukan secara luwes dan fleksibel. Penulis melakukan wawancara kepada 3 pelatih, 5 wasit dan 2 atlet dengan hasil sebagai berikut:

1) Pelatih Takraw 1 (Ahli Media)

Banyak permasalahan yang dialami dalam pertandingan sepak takraw sebagai contoh kesulitan dalam menilai dengan tepat posisi bola, terutama apakah bola dianggap keluar atau masuk. Pelatih menyoroti kebutuhan akan konsistensi dalam penilaian keputusan wasit. Perbedaan keputusan oleh wasit yang berbeda dapat menciptakan ketidakpastian dan ketidakadilan dalam pertandingan. Pelatih menyoroti perlunya penerapan teknologi atau alat bantu visual untuk mendukung keputusan wasit, terutama dalam situasi-situasi yang kontroversial.

2) Pelatih Sepak Takraw 2 (Ahli Media)

Beberapa kendala yang terjadi dalam pertandingan sepak takraw adalah penilaian terhadap *foul* dalam permainan sepak takraw dapat memiliki unsur subjektivitas dan interpretasi. wasit, pelatih, dan atlet mungkin memiliki pandangan yang berbeda tentang apa yang dianggap sebagai *foul*. Ketidaksepakatan ini dapat memicu protes dan ketegangan

antara semua pihak yang terlibat. Jika wasit merasa bahwa keputusannya selalu dipertanyakan dan mendapat protes, mereka mungkin merasa enggan untuk memimpin pertandingan. Oleh karena itu sangat diperlukan teknologi yang mampu membantu tugas wasit dalam menentukan keputusan saat pertandingan.

3) Pelatih Sepak Takraw 3 (Ahli Media)

Wasit mungkin menghadapi kesulitan dalam menilai secara akurat apakah kaki tumpu pemain *tekong* benar-benar keluar dari lingkaran *tekong* atau tidak. Faktor seperti kecepatan permainan dan sudut pandang dapat menciptakan ketidakpastian dalam penilaian wasit.

4) Wasit 1

Pertandingan sepak takraw seringkali berlangsung dengan intensitas tinggi dan tekanan emosional yang besar. Wasit harus menghadapi tekanan untuk membuat keputusan yang cepat dan tepat dalam situasi yang bergerak cepat. Tekanan dan emosi ini dapat mempengaruhi keputusan wasit, baik secara tidak langsung melalui pengaruh psikologis maupun langsung melalui pengaruh dari pelatih, atlet, dan penonton yang mengecam atau memberikan tekanan. Ketenangan dari seorang wasit sangat diperlukan pada saat pertandingan berlangsung.

5) Wasit 2

Dalam beberapa kasus, wasit mungkin tidak memiliki akses atau bantuan teknologi yang memungkinkan mereka untuk mengambil keputusan yang lebih akurat. Penggunaan teknologi seperti sistem video *replay* atau *VAR (Video Assistant Referee)* dapat membantu wasit dalam mengklarifikasi situasi yang kontroversial dan mengurangi kesalahan dalam pengambilan keputusan. Namun, jika teknologi ini tidak tersedia, wasit harus bergantung pada pengamatan dan penilaian mereka sendiri, yang dapat menyebabkan keputusan yang kurang akurat atau kontroversial.

6) Wasit 3

Dengan menggunakan teknologi, pertandingan sepak takraw dapat menjadi lebih *fairplay* dan berkualitas. Keputusan yang akurat dapat membantu menjaga integritas olahraga dan memberikan pengalaman yang lebih baik bagi pemain dan penonton.

7) Wasit 4

Wasit mungkin menyadari bahwa tanpa teknologi yang memadai, risiko kesalahan dalam penentuan aturan dan keputusan pertandingan dapat meningkat. Keputusan yang salah atau kontroversial dapat lebih sering terjadi tanpa bantuan alat deteksi. Wasit mungkin merasa tertekan untuk membuat keputusan yang konsisten dan adil di semua situasi.

Kesenjangan dalam penilaian dapat menciptakan persepsi ketidakadilan, memunculkan tekanan untuk mempertahankan konsistensi.

8) Wasit 5

Tekanan dari penonton yang ingin melihat hasil yang menguntungkan tim favorit mereka dapat menciptakan situasi yang sulit bagi wasit. Paparan publik dapat meningkatkan tekanan dan memperumit pengambilan keputusan.

9) Atlit 1

Penggunaan teknologi *foul* dalam sepak takraw dapat membantu mengurangi protes dan memastikan pertandingan berjalan sesuai harapan.

10) Atlit 2

Atlet yang merasa keputusan wasit salah mungkin merasa tidak puas dan kecewa terhadap jalannya pertandingan. Hal ini dapat mempengaruhi semangat dan motivasi atlet selama pertandingan. Keputusan *foul* yang salah dapat memicu reaksi emosional yang negatif dari atlet, termasuk frustrasi, kemarahan, atau rasa tidak puas. Emosi ini dapat memengaruhi suasana pertandingan secara keseluruhan.

b. Kuesioner

Kuesioner dikirim melalui *WhatsApp* menggunakan *Google Form* yang diisi oleh 5 wasit sepak takraw. Setelah itu, hasil

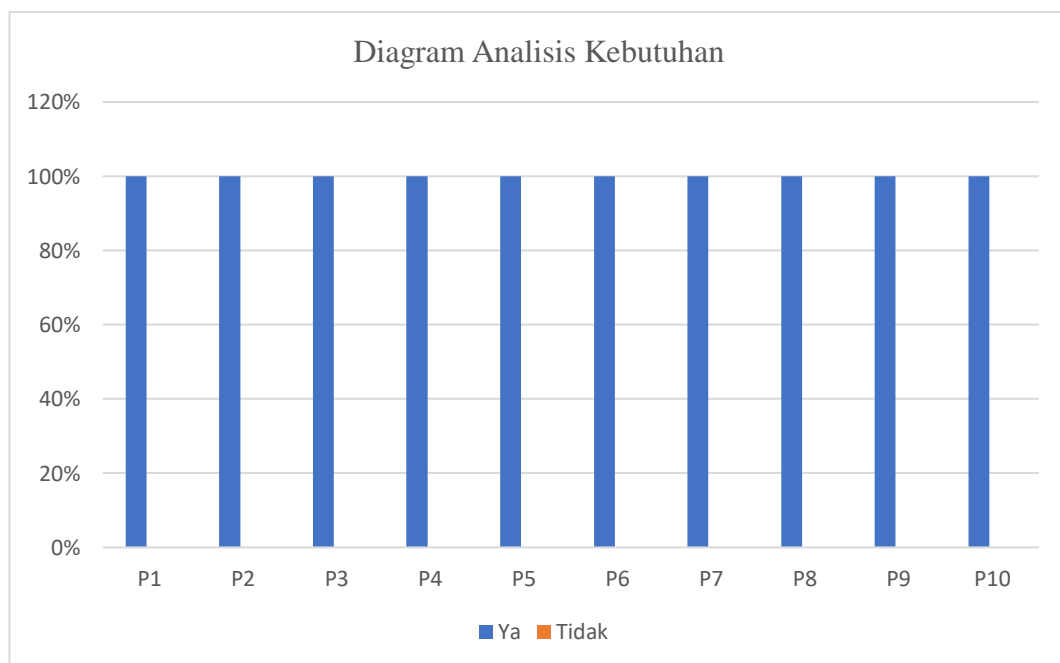
tanggapan dari kuesioner akan dikumpulkan dan dianalisis untuk mendapatkan informasi yang berguna dalam meningkatkan kualitas penilaian wasit dalam pertandingan sepak takraw. Hasil diuraikan sebagai berikut:

Tabel 10. Hasil Studi Pendahuluan Kuesioner Penilaian untuk Ahli Materi (berisi pelatih dan akademisi)

No	Pernyataan	Penilai (s= r – lo)					Σ
		1	2	3	4	5	
Kesesuaian Materi							
1	Inovasi alat sesuai dengan keadaan dilapangan bahwa membutuhkan alat pendeteksi <i>foul</i> dalam pertandingan sepak takraw	3	4	4	4	4	19
2	Alat yang dikembangkan adalah alat berbasis teknologi modern	3	3	3	3	3	15
3	Kebutuhan bahan dan materi sudah sesuai dengan tujuan untuk mengembangkan alat pendeteksi <i>foul</i>	3	3	3	3	3	15
4	Alat ukur dapat menyajikan analisis video, <i>font</i> , warna dengan baik	3	3	3	3	3	15
5	Penempatan arah dan tempat penggunaan alat sudah sesuai dengan karakteristik pertandingan	4	3	3	3	3	16
Novelty							
6	Alat yang dikembangkan mampu menutupi celah alat yang sebelumnya yang ada	3	3	3	3	4	16
7	Alat yang dikembangkan memiliki perbedaan dengan alat sebelumnya yang ada	3	3	3	3	3	15
Manfaat							
8	Alat yang dikembangkan memberikan manfaat bagi wasit memudahkan analisis <i>foul</i>	4	4	4	4	4	20
9	Alat yang dikembangkan dapat memberikan nuansa wawasan baru bagi atlet	3	3	3	3	3	15
10	Alat yang dikembangkan dapat memberikan nuansa wawasan baru bagi pelatih	3	3	3	3	3	15
Praktibilitas							

No	Pernyataan	Penilai (s= r – lo)					Σ
		1	2	3	4	5	
11	Alat yang dikembangkan memiliki ukuran sedang sehingga mudah dibawa dan digunakan	3	3	3	3	3	15
12	Alat yang dikembangkan praktis dalam pengoperasian	3	3	3	3	3	15
Kemenarikan							
13	Alat yang dikembangkan didesain sesuai dengan apa yang dibutuhkan dalam pertandingan	4	3	4	3	3	17
14	Alat yang dikembangkan secara visual menarik untuk digunakan	3	4	4	3	3	17
Keamanan							
15	Materi dan bahan yang digunakan aman untuk mengembangkan alat	3	4	4	3	3	17
16	Alat yang dikembangkan memiliki tingkat keamanan yang baik	3	3	4	3	3	17

Gambar 28. Diagram Analisis Kebutuhan



2. Hasil Penilaian Ahli Materi

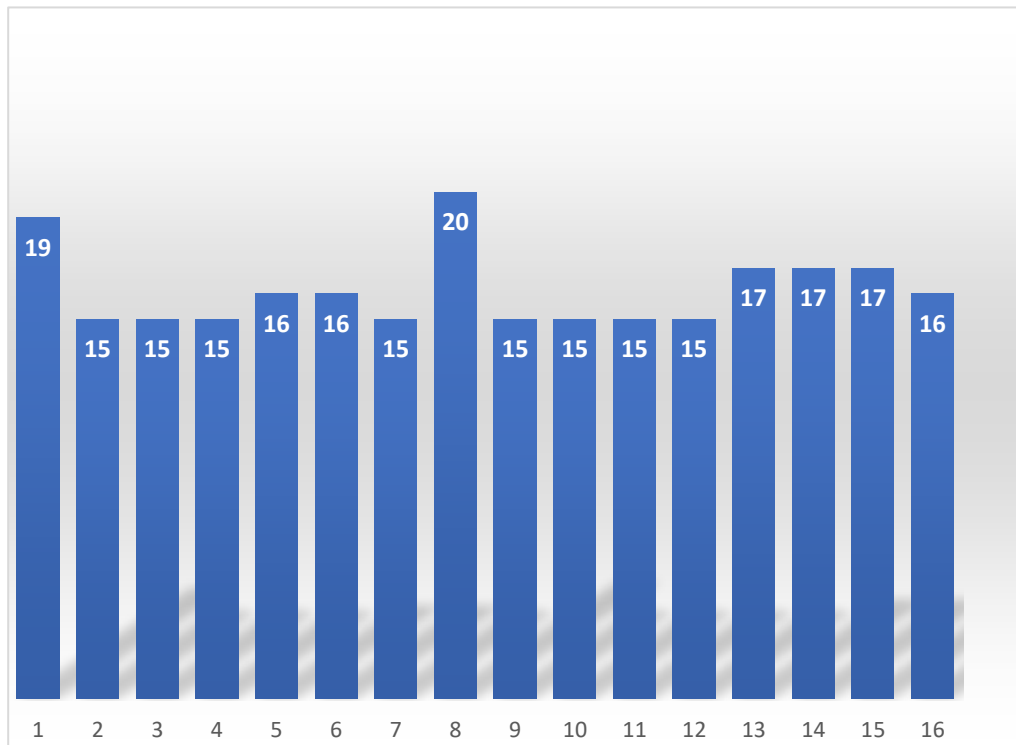
Pada tahap ini penulis menilaikan 16 item pertanyaan sesuai dengan alat dan program yang telah di kembangkan. Ahli materi pada

tahap ini adalah lima akademisi yang ahli di bidang sepak takraw dan ahli pengukuran. Pada tahap ini model dan program yang dikembangkan akan dilihat validitas isi dan kesepakatan para ahli, setelah model dan program dikatakan layak, model dan program dapat diujicobakan pada tahap uji skala terbatas dan luas. Hasil di sajikan sebagai berikut:

Tabel 11. Hasil Analisis Aiken Model Mata Elang

Pertanyaan	Penilai					s= r - lo					Σ	n*(c-1)	V=S/(n*(c-1))	Ket
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
1	4	5	5	5	5	3	4	4	4	4	19	20	0,95	Valid
2	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	20	0,75	Valid
3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	20	0,75	Valid
4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	20	0,75	Valid
5	5	4	4	4	4	4	3	3	3	3	16	20	0,8	Valid
6	4	4	4	4	5	3	3	3	3	4	16	20	0,8	Valid
7	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	20	0,75	Valid
8	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	20	20	1	Valid
9	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	20	0,75	Valid
10	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	20	0,75	Valid
11	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	20	0,75	Valid
12	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	20	0,75	Valid
13	5	4	5	4	4	4	3	4	3	3	17	20	0,85	Valid
14	4	5	5	4	4	3	4	4	3	3	17	20	0,85	Valid
15	4	5	5	4	4	3	4	4	3	3	17	20	0,85	Valid
16	4	4	5	4	4	3	3	4	3	3	16	20	0,8	Valid

Gambar 29. Diagram Analisis Aiken



Berdasarkan analisis menggunakan formula *Aiken* pada penilaian 16 item yang dikembangkan, hasil dapat diuraikan sebagai berikut: pertanyaan 1 “inovasi alat sesuai dengan keadaan di lapangan bahwa membutuhkan alat pendeteksi *foul* dalam pertandingan sepak takraw” yang diterapkan mendapatkan skor v 0.95. Pertanyaan 2 “alat yang dikembangkan adalah alat berbasis teknologi modern” mendapatkan skor v 0.75. Pertanyaan 3 “kebutuhan bahan dan materi sudah sesuai dengan tujuan untuk mengembangkan alat pendeteksi *foul*” mendapatkan skor v 0.75. Pertanyaan 4 “alat ukur dapat menyajikan analisis video, *font*, warna dengan baik” mendapatkan skor v 0.75. Pertanyaan 5 “penempatan arah dan tempat penggunaan alat sudah sesuai dengan karakteristik

pertandingan” mendapatkan skor v 0.80. Pertanyaan 6 “alat yang dikembangkan mampu menutupi celah alat yang sebelumnya yang ada” mendapatkan skor v 0.80. Pertanyaan 7 “alat yang dikembangkan memiliki perbedaan dengan alat sebelumnya yang ada” mendapatkan skor v 0.75. Pertanyaan 8 “alat yang dikembangkan memberikan manfaat bagi wasit memudahkan analisis *foul*” mendapatkan skor v 1.00. Pertanyaan 9 “alat yang dikembangkan dapat memberikan nuansa wawasan baru bagi atlet” mendapatkan skor v 0.75.

Pertanyaan 10 “alat yang dikembangkan dapat memberikan nuansa wawasan baru bagi pelatih” mendapatkan skor v 0.75. Pertanyaan 11 “alat yang dikembangkan memiliki ukuran sedang sehingga mudah dibawa dan digunakan” mendapatkan skor v 0.75. Pertanyaan 12 “alat yang dikembangkan praktis dalam pengoperasian” mendapatkan skor v 0.75. Pertanyaan 13 “alat yang dikembangkan didesain sesuai dengan apa yang dibutuhkan dalam pertandingan” mendapatkan skor v 0.85. Pertanyaan 14 “alat yang dikembangkan secara visual menarik untuk digunakan” mendapatkan skor v 0.85. Pertanyaan 15 “materi dan bahan yang digunakan aman untuk mengembangkan alat” mendapatkan skor v 0.85. Pertanyaan 16 “alat yang dikembangkan memiliki tingkat keamanan yang baik” mendapatkan skor v 0.80.

Berdasarkan hasil analisis *Aiken* terkait model latihan yang dikembangkan, nilai keseluruhan menunjukkan kisaran 0.75 sampai dengan 1.00 maka dapat dikatakan rancangan alat yang berisikan item

“kesesuaian materi, *novelty*, manfaat, praktibilitas, kemenarikan, dan keamanan” yang telah disusun layak dan valid untuk digunakan pada sepak takraw pada periodisasi khusus berdasarkan penilaian para ahli. Hal tersebut sesuai dengan kajian literatur bahwa nilai *Aiken* 0.75 sampai 1.00 menunjukkan bahwa kesepakatan antar panelis dapat dikatakan tinggi (Hendriyadi, 2017). Hal ini sesuai dengan pendapat lain bahwa nilai koefisien lebih dari 0.75 dapat dikategorikan baik (Yulianto, 2017). Oleh karena itu, setelah model dapat dikatakan layak dan valid atas dasar penilaian para ahli, tahap selanjutnya mengujicobakan model kepada atlet dan pelatih.

Tabel 12. Saran dan Masukan Ahli

Ahli	Saran dan Masukan
Ahli 1 Burhan Basyiruddin, M.Pd.	Desain alat yang dibuat sudah baik, Nama alat agar lebih ilmiah untuk disebut terutama dalam bidang sepak takraw, Untuk alat silahkan ditambahkan dengan indikator berupa lampu (cahaya) agar pada saat di lapangan dapat langsung terlihat oleh wasit, pemain, dan penonton, Pada alat pendeteksi silahkan ditambahkan semacam pendingin agar alat tetap konsisten dalam bekerja, Pengaturan cahaya diperlukan agar alat dapat mudah digunakan dan disetting jika digunakan di <i>indoor</i> maupun <i>outdoor</i> Alat yang dikembangkan aman untuk digunakan
Ahli 2 Dr. Agus Raharjo, M.Pd.	Alat yang dikembangkan dapat membantu tugas wasit pada saat pertandingan berlangsung, Diperlukan tambahan semacam payung atau pelindung pada bagian atas alat pendeteksi agar terhindar dari panas dan hujan dan nama alat perlu diperhatikan

Ahli	Saran dan Masukkan
Ahli 3 Sulton, S.Pd	Nama alatnya diberikan inisial pembuatnya, Alat yang dibuat sangat bagus dan bisa digunakan pada saat proses latihan terutama untuk <i>tekong</i> dan juga dapat digunakan saat pertandingan, Sebagai pengembangan lanjutan diharapkan akan ada alat dan teknologi terkini yang utamanya diterapkan dalam cabang olahraga sepak takraw dan Perlu dibuat rencana ke depan untuk pemassalan alat
Ahli 4 Victoria Eka Prasetya, S.Pd	Alat yang dibuat sudah sangat bagus, Perlu adanya sosialisasi terhadap alat Deteksi <i>Foul</i> Servis ini utamanya kepada para pelaku dalam cabang olahraga sepak takraw dan Diperlukan semacam workshop pada para wasit dan pelatih tentang keberadaan alat pendeteksi <i>foul</i> utamanya pada servis
Ahli 5 Dr. Hari Yulianto, M.Kes	Nama alat disesuaikan inisial pembuat alatnya, Desain alat yang dibuat sudah bagus, Untuk tingkat akurasi menangkap gambar sudah baik dan layak untuk diujicobakan di lapangan dan Reaksi saat melakukan servis dengan isyarat <i>foul</i> pada layar monitor bisa lebih ditingkatkan

B. Hasil Uji Coba Produk

Pada tahap sebelumnya telah dilakukan uji kelayakan model dan program latihan yang telah disusun yang dinilai pada lima ahli. Pada tahap selanjutnya adalah melakukan uji coba produk secara empirik pada pelatih dan atlet untuk melihat kepraktisan alat mata elang yang telah dikembangkan.

Uji dapat didefinisikan sebagai percobaan untuk melihat kualitas sebuah model, sedangkan coba adalah pengujian sebuah produk atau desain sebelum dilakukan pada tahap yang lebih mendalam (Fahrozi, 2020). Oleh karena itu uji coba dapat dijelaskan sebagai tahap melakukan

pengujian kelayakan atau kepraktisan sebuah produk sebelum diaplikasikan pada tahap uji efektivitas.

Berikut ini akan disajikan hasil dari uji skala terbatas dan luas.

1. Uji Skala Kecil

Pada tahap uji skala terbatas ini bertujuan untuk melakukan uji coba dan praktik alat mata elang yang telah dikembangkan. Subjek pada tahap ini adalah 10 wasit. Jumlah keseluruhan untuk uji skala terbatas adalah 10 partisipan. Dikutip dari buku penelitian dan pengembangan olahraga bahwa uji skala terbatas harus dilakukan 1 sampai 3 tempat penelitian dengan partisipan minimal 6-12 partisipan (Fahrozi dkk, 2020: 108). Oleh karena itu tempat penelitian dan subjek memenuhi syarat.

Tabel 13. Hasil Uji Coba Skala Kecil

Kepraktisan : Uji Skala Kecil														
No	Sampel	Efektif	Efisien					Kreativitas			Jml	Max	%	kategori
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8					
1	Wasit 1	5	5	5	5	5	5	5	5	40	40	100%	sangat baik	
2	Wasit 2	5	5	5	5	5	5	5	5	40	40	100%	sangat baik	
3	Wasit 3	5	5	5	4	4	4	5	4	36	40	90%	sangat baik	
4	Wasit 4	5	5	5	5	5	5	5	5	40	40	100%	sangat baik	
5	Wasit 5	4	5	4	4	4	4	4	4	33	40	83%	baik	
6	Wasit 6	5	5	5	5	5	5	5	5	40	40	100%	sangat baik	
7	Wasit 7	5	5	5	4	4	4	5	4	36	40	90%	sangat baik	
8	Wasit 8	5	5	5	5	5	5	5	5	40	40	100%	sangat baik	
9	Wasit 9	4	5	4	5	4	4	4	4	34	40	85%	baik	
10	Wasit 10	5	5	5	5	5	5	5	4	39	40	98%	sangat baik	

Kepraktisan : Uji Skala Kecil														
No	Sampel	Efektif	Efisien					Kreativitas			Jml	Max	%	kategori
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8					
	Jumlah	48	50	48	47	46	46	48	45					
	Max	50	50	50	50	50	50	50	50					
	%	96%	100%	96%	94%	92%	92%	96%	90%					
	%Mean	95%												

Tabel 14. Kategori Hasil Uji Skala Kecil

No.	Persentase	Kategori
1	86-100	sangat baik
2	76-85	baik
3	60-75	cukup baik
4	55-59	kurang
5	<54	kurang sekali

Berdasarkan hasil uji coba skala kecil dapat disimpulkan bahwa skor hasil yang telah diperoleh rata-rata dari ujinya adalah dari skor maksimal 50, diperoleh hasil persentase secara keseluruhan adalah 95%, kemudian berdasarkan kategorisasi model latihan dapat dikatakan layak untuk digunakan. Oleh karena itu uji skala kecil pada pengembangan mata elang pendeteksi *foul* pada servis dan net permainan sepak takraw dapat dikatakan baik dan layak untuk digunakan pada tahap selanjutnya.

2. Uji Skala Besar 1

Pada tahap uji skala luas sama halnya dengan uji skala terbatas namun perbedaannya adalah subjek yang digunakan lebih banyak dan

tempat penelitian yang lebih luas. Pada tahap uji skala luas akan menganalisis kepraktisan model yang telah disusun setelah mengalami revisi pada tahap uji skala terbatas. Pada tahap ini subjek yang digunakan adalah 30 wasit. Dikutip dari buku panduan penelitian pengembangan olahraga bahwa subjek yang digunakan pada uji skala luas adalah 5 sampai 15 tempat penelitian yang melibatkan 30 hingga 100 subjek penelitian. Oleh karena itu subjek dan tempat penelitian yang digunakan memenuhi syarat. Data uji coba skala luas akan disajikan sebagai berikut:

Tabel 15. Hasil Uji Coba Skala Besar 1

Kepraktisan : Uji Skala Besar 1														
No	Sampel	Efektif	Efisien					Kreativitas			Jml	Max	%	Kategori
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8					
1	Wasit 1	5	5	5	5	5	5	5	5	40	40	100%	Sangat Baik	
2	Wasit 2	4	4	4	4	4	5	5	5	35	40	88%	Sangat Baik	
3	Wasit 3	4	4	5	4	5	5	5	5	37	40	93%	Sangat Baik	
4	Wasit 4	5	5	4	4	4	4	4	5	35	40	88%	Sangat Baik	
5	Wasit 5	5	4	4	5	5	5	5	5	38	40	95%	Sangat Baik	
6	Wasit 6	4	4	4	5	4	5	4	4	34	40	85%	Baik	
7	Wasit 7	5	4	5	5	5	4	4	4	36	40	90%	Sangat Baik	
8	Wasit 8	5	5	5	5	5	5	5	5	40	40	100%	Sangat Baik	
9	Wasit 9	4	4	4	4	4	5	5	5	35	40	88%	Sangat Baik	
10	Wasit 10	4	4	5	4	5	5	5	5	37	40	93%	Sangat Baik	
11	Wasit 11	5	5	4	4	4	4	4	5	35	40	88%	Sangat Baik	
12	Wasit 12	5	4	4	5	5	5	5	5	38	40	95%	Sangat Baik	
13	Wasit 13	4	4	4	5	4	5	4	4	34	40	85%	Baik	
14	Wasit 14	5	4	5	5	5	4	4	4	36	40	90%	Sangat Baik	
15	Wasit 15	5	5	4	4	4	4	4	5	35	40	88%	Sangat Baik	
16	Wasit 16	5	4	4	5	5	5	5	5	38	40	95%	Sangat Baik	

Kepraktisan : Uji Skala Besar 1														
No	Sampel	Efektif	Efisien					Kreativitas			Jml	Max	%	Kategori
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8					
17	Wasit 17	4	4	4	5	4	5	4	4	34	40	85%	Baik	
18	Wasit 18	5	4	5	5	5	4	4	4	36	40	90%	Sangat Baik	
19	Wasit 19	5	5	4	4	4	4	4	5	35	40	88%	Sangat Baik	
20	Wasit 20	5	4	4	5	5	5	5	5	38	40	95%	Sangat Baik	
21	Wasit 21	4	4	4	5	4	5	4	4	34	40	85%	Baik	
22	Wasit 22	5	4	5	5	5	4	4	4	36	40	90%	Sangat Baik	
23	Wasit 23	4	4	4	5	4	5	4	4	34	40	85%	Baik	
24	Wasit 24	5	4	5	5	5	4	4	4	36	40	90%	Sangat Baik	
25	Wasit 25	4	4	4	5	4	5	4	4	34	40	85%	Baik	
26	Wasit 26	5	4	5	5	5	4	4	4	36	40	90%	Sangat Baik	
27	Wasit 27	4	4	4	5	4	5	4	4	34	40	85%	Baik	
28	Wasit 28	5	4	5	5	5	4	4	4	36	40	90%	Sangat Baik	
29	Wasit 29	4	4	4	5	4	5	4	4	34	40	85%	Baik	
30	Wasit 30	5	4	5	5	5	4	4	4	36	40	90%	Sangat Baik	
Jumlah		138	126	132	142	136	138	130	134					
Max		150	150	150	150	150	150	150	150					
%		92%	84%	88%	95%	91%	92%	87%	89%					
%Mean		90%												

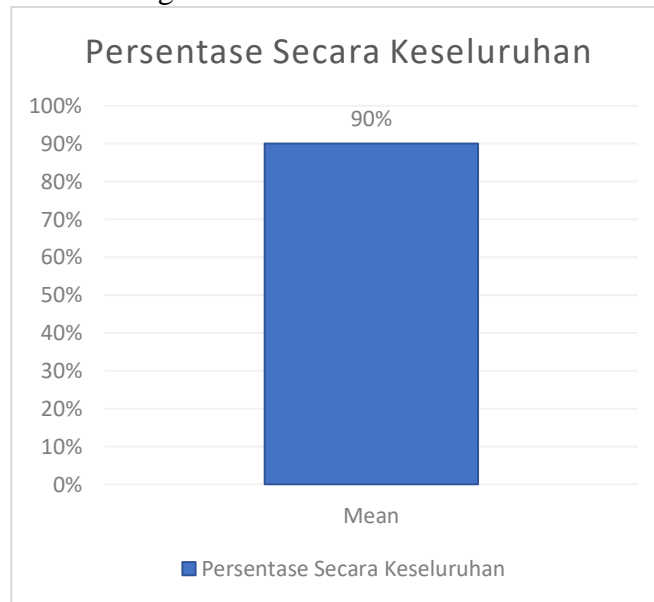
Tabel 16. Kategori Hasil Uji Skala Besar 1

No.	Persentase	Kategori
1	86-100	Sangat Baik
2	76-85	Baik
3	60-75	Cukup Baik
4	55-59	Kurang
5	<54	Kurang Sekali

Berdasarkan hasil uji coba skala luas dapat disimpulkan bahwa diperoleh hasil persentase secara keseluruhan adalah 90%, kemudian berdasarkan kategorisasi uji yang disusun dapat dikatakan sangat baik dan layak. Oleh karena itu dapat dikatakan

pengembangan mata elang pendeteksi *foul* pada servis permainan sepak takraw layak untuk digunakan pada tahap selanjutnya. kemudian disajikan menggunakan diagram sebagai berikut:

Gambar 30. Diagram Skala Luas



3. Uji Skala Besar 2

Pada tahap uji skala besar 2 sama halnya dengan uji skala skala besar 1 namun perbedaannya adalah subjek yang digunakan lebih banyak dan tempat penelitian yang lebih luas. Pada tahap uji skala besar 2 akan menganalisis kepraktisan model yang telah disusun setelah mengalami revisi pada tahap uji skala terbatas.

Tabel 17. Hasil Uji Coba Skala Besar 2

Efektivitas : Uji skala besar 2														
No	Sampel	Efektif	Efisien					Kreativitas			Jml	Max	%	%Mean
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8					
1	Wasit 1	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80%	Baik	
2	Wasit 2	5	5	5	4	5	5	5	5	39	40	98%	Sangat baik	
3	Wasit 3	4	5	4	5	4	4	4	4	34	40	85%	Baik	
4	Wasit 4	5	4	4	4	5	4	5	4	35	40	88%	Sangat baik	
5	Wasit 5	5	4	4	4	4	4	4	4	33	40	83%	Baik	
6	Wasit 6	5	5	5	5	5	5	4	4	38	40	95%	Sangat baik	
7	Wasit 7	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80%	Baik	
8	Wasit 8	4	4	4	5	4	4	4	5	34	40	85%	Baik	
9	Wasit 9	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80%	Baik	
10	Wasit 10	5	5	5	5	5	5	5	5	40	40	100%	Sangat baik	
11	Wasit 11	4	5	4	5	4	4	4	4	34	40	85%	Baik	
12	Wasit 12	5	4	4	4	5	4	5	4	35	40	88%	Sangat baik	
13	Wasit 13	5	4	4	4	4	4	4	4	33	40	83%	Baik	
14	Wasit 14	5	5	5	5	5	5	4	4	38	40	95%	Sangat baik	
15	Wasit 15	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80%	Baik	
16	Wasit 16	4	4	4	4	4	4	4	5	33	40	83%	Baik	
17	Wasit 17	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80%	Baik	
18	Wasit 18	5	5	5	4	5	5	5	5	39	40	98%	Sangat baik	
19	Wasit 19	4	5	4	5	4	4	4	4	34	40	85%	Baik	
20	Wasit 20	5	4	4	4	5	4	5	4	35	40	88%	Sangat baik	
21	Wasit 21	5	4	4	4	4	4	4	4	33	40	83%	Baik	
22	Wasit 22	5	5	5	5	5	5	4	4	38	40	95%	Sangat baik	
23	Wasit 23	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80%	Baik	
24	Wasit 24	4	4	4	4	4	4	4	5	33	40	83%	Baik	
25	Wasit 25	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80%	Baik	
26	Wasit 26	5	5	5	5	5	5	5	5	40	40	100%	Sangat baik	
27	Wasit 27	4	5	4	5	4	4	4	4	34	40	85%	Baik	
28	Wasit 28	5	4	4	4	5	4	5	4	35	40	88%	Sangat baik	
29	Wasit 29	5	4	4	4	4	4	4	4	33	40	83%	Baik	
30	Wasit 30	5	5	5	5	5	5	4	4	38	40	95%	Sangat baik	
31	Wasit 31	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80%	Baik	
32	Wasit 32	4	4	4	4	4	4	4	5	33	40	83%	Baik	
33	Wasit 33	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80%	Baik	

Efektivitas : Uji skala besar 2														
No	Sampel	Efektif	Efisien					Kreativitas			Jml	Max	%	%Mean
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8					
34	Wasit 34	5	5	5	5	5	5	5	5	40	40	100%	Sangat baik	
35	Wasit 35	4	5	4	5	4	4	4	4	34	40	85%	Baik	
36	Wasit 36	5	4	4	4	5	4	5	4	35	40	88%	Sangat baik	
37	Wasit 37	5	4	4	4	4	4	4	4	33	40	83%	Baik	
38	Wasit 38	5	5	5	5	5	5	4	4	38	40	95%	Sangat baik	
39	Wasit 39	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80%	Baik	
40	Wasit 40	4	4	4	4	4	4	4	5	33	40	83%	Baik	
41	Wasit 41	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80%	Baik	
42	Wasit 42	5	5	5	5	5	5	5	5	40	40	100%	Sangat baik	
43	Wasit 43	4	5	4	5	4	4	4	4	34	40	85%	Baik	
44	Wasit 44	5	4	4	4	5	4	5	4	35	40	88%	Sangat baik	
45	Wasit 45	5	4	4	4	4	4	4	4	33	40	83%	Baik	
46	Wasit 46	5	5	5	5	5	5	4	4	38	40	95%	Sangat baik	
47	Wasit 47	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80%	Baik	
48	Wasit 48	4	4	4	4	4	4	4	5	33	40	83%	Baik	
49	Wasit 49	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80%	Baik	
50	Wasit 50	4	4	4	4	4	4	5	4	33	40	83%	Baik	
Jumlah		224	218	212	217	218	212	213	212					
Max		250	250	250	250	250	250	250	250					
%		90%	87%	85%	87%	87%	85%	85%	85%					
%Mean		86%												

Tabel 18. Kategori Hasil Uji Skala Besar 2

No.	Persentase	Kategori
1	86-100	sangat baik
2	76-85	baik
3	60-75	cukup baik
4	55-59	kurang
5	<54	kurang sekali

Berdasarkan hasil uji coba skala luas dapat disimpulkan bahwa diperoleh hasil persentase secara keseluruhan yaitu 86%, kemudian berdasarkan kategorisasi uji yang disusun dapat dikatakan sangat baik dan layak. Oleh karena itu berdasarkan analisis kepraktisan yang disusun, maka dapat dikatakan pengembangan mata elang pendeteksi *foul* pada servis permainan sepak takraw layak untuk digunakan pada tahap selanjutnya.

Selanjutnya dilakukan uji validitas dan reliabilitas dengan kesamaan persepsi antara wasit dan alat. Validitas penelitian ini menggunakan rumus *Product Moment* dari *Pearson*. Perhitungan uji validitas ini menggunakan bantuan aplikasi SPSS 25. Berdasarkan hasil analisis maka dapat dilihat tabel sebagai berikut:

Tabel 19. Hasil Uji Validitas

Correlations

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	Total
P1 Pearson Correlation	1	.280*	.585**	.155	.781**	.585**	.526**	.022	.692**
Sig. (2-tailed)		.049	.000	.281	.000	.000	.000	.877	.000
N	50	50	50	50	50	50	50	50	50
P2 Pearson Correlation	.280*	1	.749**	.869**	.479**	.749**	.125	.164	.770**
Sig. (2-tailed)	.049		.000	.000	.000	.000	.386	.255	.000
N	50	50	50	50	50	50	50	50	50
P3 Pearson Correlation	.585**	.749**	1	.585**	.749**	1.000**	.307*	.342*	.921**
Sig. (2-tailed)	.000	.000		.000	.000	.000	.030	.015	.000
N	50	50	50	50	50	50	50	50	50
P4 Pearson Correlation	.155	.869**	.585**	1	.341*	.585**	-.040	.091	.628**
Sig. (2-tailed)	.281	.000	.000		.015	.000	.780	.530	.000
N	50	50	50	50	50	50	50	50	50
P5 Pearson Correlation	.781**	.479**	.749**	.341*	1	.749**	.695**	.164	.865**
Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.015		.000	.000	.255	.000
N	50	50	50	50	50	50	50	50	50
P6 Pearson Correlation	.585**	.749**	1.000**	.585**	.749**	1	.307*	.342*	.921**
Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000		.030	.015	.000
N	50	50	50	50	50	50	50	50	50
P7 Pearson Correlation	.526**	.125	.307*	-.040	.695**	.307*	1	.307*	.558**
Sig. (2-tailed)	.000	.386	.030	.780	.000	.030		.030	.000
N	50	50	50	50	50	50	50	50	50
P8 Pearson Correlation	.022	.164	.342*	.091	.164	.342*	.307*	1	.405**
Sig. (2-tailed)	.877	.255	.015	.530	.255	.015	.030		.004
N	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Total Pearson Correlation	.692**	.770**	.921**	.628**	.865**	.921**	.558**	.405**	1
Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.004	
N	50	50	50	50	50	50	50	50	50

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Berdasarkan tabel di atas, maka dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan kepraktisan model antara wasit yaitu valid. Kemudian dilakukan dengan uji reliabilitas. Reliabilitas berkenaan dengan tingkat keajegan atau ketepatan hasil pengukuran. Suatu instrumen memiliki tingkat reliabilitas yang memadai, apabila instrumen tersebut digunakan mengukur aspek yang diukur beberapa kali hasilnya sama atau relatif sama. Hasil uji reliabilitas ini menggunakan bantuan aplikasi SPSS 25. Hasil tersebut dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 20. Hasil Uji Reliabilitas

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.867	8

Berdasarkan tabel diatas hasil analisis uji reliabilitas dapat disimpulkan bahwa kepraktisan model dengan *Crobach's Alpha* berada kategori yang sangat tinggi, karena memiliki koefisien reliabilitas lebih besar 0,60 yaitu 0,867.

C. Revisi Produk

Pada tahap ini penulis melakukan revisi produk berdasarkan saran dan masukan dari ahli materi dan ahli media terkait desain mata elang

pendeteksi *foul* pada servis permainan sepak takraw. Revisi dari saran dan masukan menjadi acuan untuk memperbaiki produk yang dibuat agar lebih maksimal dalam penggunaan dan lebih sempurna. Revisi dan saran terhadap produk disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 21. Hasil Revisi Produk Alat (Revisi 1)

Ahli	Saran dan Masukkan
Wasit 1	Desain alat yang dibuat sudah baik. Lampu indikator agar lebih terang supaya terlihat saat dilapangan
Wasit 2	Alat yang dikembangkan dapat membantu tugas wasit pada saat pertandingan berlangsung. Diperlukan tambahan semacam payung sebagai pelindung pada bagian atas alat pendeteksi agar terhindar dari panas dan hujan
Wasit 3	Alat yang dibuat dapat digunakan untuk latihan selain untuk pertandingan
Wasit 4	Diperlukan semacam workshop pada para wasit dan pelatih tentang keberadaan alat pendeteksi <i>foul</i> utamanya pada servis
Wasit 5	Desain alat yang dibuat sudah bagus. Meningkatkan akurasi tangkapan gambar. Reaksi saat melakukan servis dengan isyarat <i>foul</i> pada layar monitor bisa lebih ditingkatkan

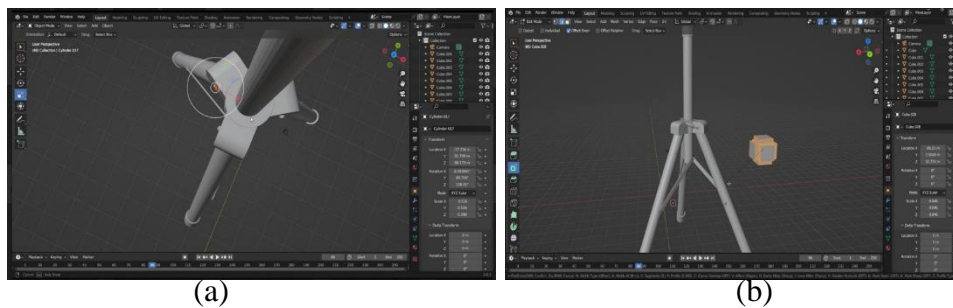
Tabel 22. Hasil Revisi Produk Alat (Revisi 2)

Ahli	Saran dan Masukkan
Wasit 1	Alat sudah bagus dengan semua komponen yang ada. Alat siap diujicobakan
Wasit 2	Alat dapat diujicobakan
Wasit 3	Alat siap digunakan untuk proses latihan dan pertandingan

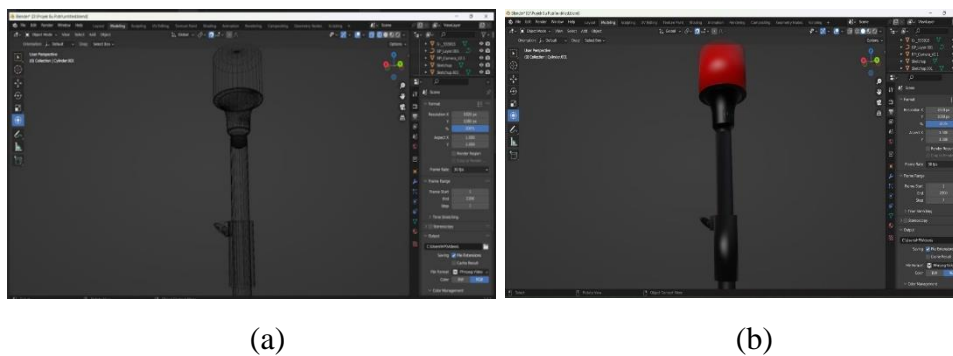
Wasit 4	Alat siap diujicobakan di lapangan
Wasit 5	Alat sudah dapat diujicobakan

Berikut ini merupakan tahapan proses pembuatan alat *Mata Elang Sepak Takraw PP_515*, antara lain sebagai berikut:

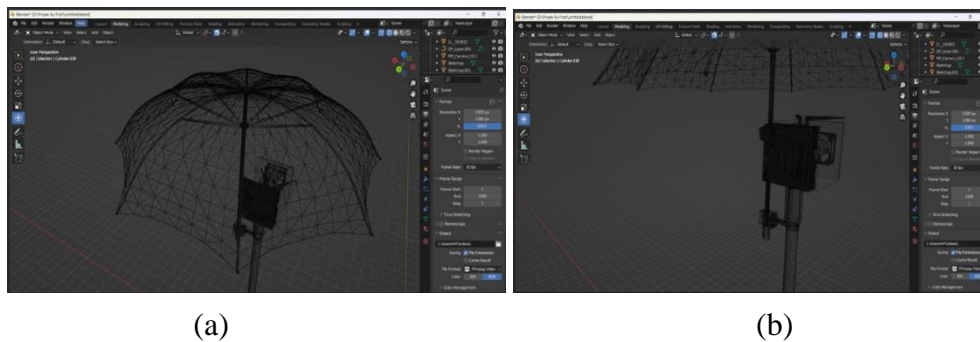
Gambar 31. Rancangan *Tripod*



Gambar 32. Rancangan Lampu Indikator



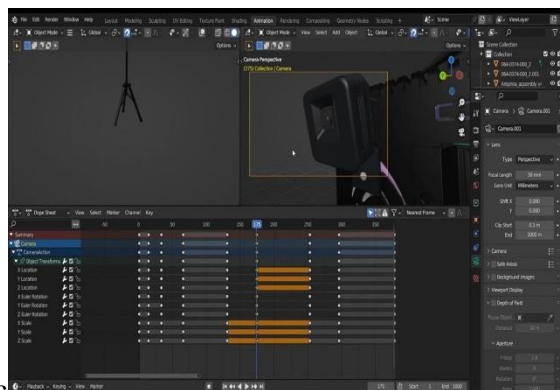
Gambar 33. Rancangan Pelindung Mini PC dan Kamera



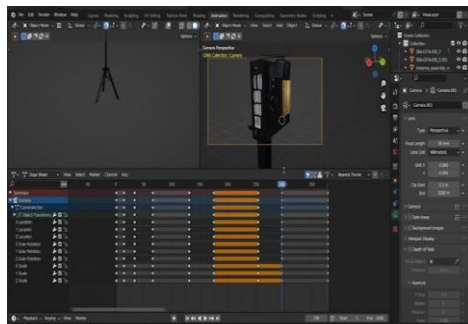


(c)

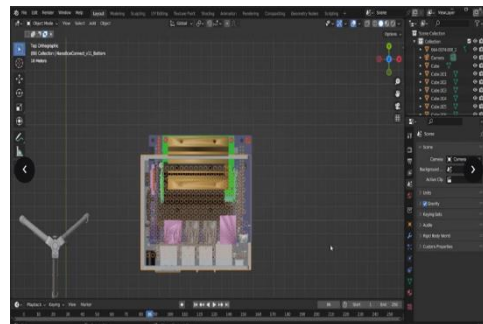
Gambar 34. Rancangan Kamera Raspberry Pi V3



Gambar 35. Rancangan Mini PC Jetson Orin



(a)



(b)

D. Hasil Uji Efektivitas Produk

Uji efektivitas adalah pengujian yang dilakukan untuk mengukur tingkat keberhasilan penggunaan produk alat yang telah dikembangkan pada partisipan yang diujicobakan (Fitra & Maksum, 2021). Uji

efektivitas pada penelitian ini adalah melakukan uji efektivitas kepada wasit yang akan melaksanakan pertandingan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah instrumen atau alat untuk mendeteksi pelanggaran (*foul*) pada saat servis dalam permainan sepak takraw. Ini menunjukkan adanya upaya untuk meningkatkan *fairplay* dan mengurangi kontroversi yang mungkin timbul selama pertandingan.

Penelitian ini telah melibatkan proses validasi Aiken untuk memastikan bahwa instrumen yang dikembangkan memiliki validitas isi yang tinggi. Hasil validasi Aiken menunjukkan bahwa nilai validitasnya sangat baik, ini menunjukkan bahwa para ahli atau pakar yang terlibat dalam penilaian setuju bahwa butir-butir pertanyaan dalam instrumen tersebut secara memadai merepresentasikan konsep yang ingin diukur. Hal ini penting karena menunjukkan bahwa instrumen tersebut memiliki interpretasi yang konsisten dan tidak ambigu. Hasil validasi Aiken yang sangat baik memberikan landasan kuat untuk menggunakan instrumen *Mata Elang Sepak Takraw PP_515 Pendeteksi Foul* dalam penelitian. Instrumen ini dapat digunakan untuk: Mengukur pelanggaran (*foul*) pada servis dalam permainan sepak takraw secara objektif dan reliabel, Mengembangkan sistem deteksi *foul* yang lebih akurat dan efisien, Meningkatkan kualitas permainan sepak takraw dengan menegakkan peraturan secara konsisten.

Mata elang merupakan alat perekam yang terdiri dari beberapa komponen, antara lain kamera Raspberry Pi V3 dengan resolusi sensor 11.9 megapiksel dan resolusi gambar maksimal sebesar 4608 x 2592 piksel yang digunakan untuk merekam gambar dan mendeteksi adanya gerakan sesuai dengan apa yang terekam dalam kamera tersebut, sebagai bahan bukti atau penguat terhadap *foul* yang terjadi. Kamera dipasang dengan menggunakan *tripod* dari bahan aluminium yang dapat diatur tinggi dan rendahnya.

Dipilihnya *tripod* yang terbuat dari bahan aluminium agar lebih kuat dalam menyangga kamera yang berukuran besar dan tinggi rendahnya kamera dapat diatur sesuai dengan kebutuhan. Posisi *tripod* harus lebih tinggi dari ketinggian net agar dapat menangkap objek secara jelas. Pada bagian *tripod* dilengkapi dengan payung dan kipas sebagai pendukung dari alat yang dibuat, payung sebagai pelindung alat mata elang dari paparan sinar matahari. Mini PC Jetson Orin sebagai pengendali dari pemrosesan gambar dan video yang ditangkap oleh kamera yang dilengkapi dengan 2 antena untuk meningkatkan komunikasi secara wireless. Lampu indikator LED Philips sebagai penanda terjadinya *foul*. Laptop sebagai alat *display* yang digunakan untuk penayangan pemutaran ulang gambar (*reply*) gambar.

Beberapa alat pendeteksi *foul* dalam olahraga telah terbukti efektif dalam meningkatkan akurasi seperti olahraga Tennis yaitu *Hawk-Eye* telah digunakan di tenis sejak tahun 2006 untuk melacak lintasan bola dan

membantu menentukan apakah bola masuk atau keluar lapangan. Sistem *Hawk-Eye* berdasarkan kamera kalibrasi optimasi kwanan partikel kuantum memiliki keunggulan berupa respons cepat dan akurasi penilaian tinggi, yang cocok untuk permainan tenis tingkat tinggi. Olahraga lain seperti Sepak Bola dikenal dengan *Goal-line technology* (GLT) merupakan teknologi dalam sepak bola untuk menentukan apakah bola telah sepenuhnya melewati garis gawang (Feng, 2017; Winand & Fergusson, 2018). Penelitian (Schwab et al., 2023) menunjukkan bahwa GLT meningkatkan akurasi pengambilan keputusan dalam menentukan apakah gol telah dicetak. Oleh karena itu, hadirnya alat video secara progresif dalam formasi wasit sejak tahun 1980-an dan kemudian sistem komunikasi antara wasit utama dan asistennya sejak pertengahan tahun 1990-an, merupakan cikal bakal kebaruan penting yang ditanamkan setelahnya. Hadirnya teknologi digital seperti Teknologi Garis Gawang (GLT) atau Video Assistant Referee (VAR) sangat mengubah aktivitas wasit.

Sepak takraw, olahraga tradisional Asia Tenggara yang memadukan sepak bola dan bola voli, tengah mengalami perkembangan menarik dengan hadirnya teknologi *fairplay*. Teknologi ini, seperti "*Mata Elang Sepak Takraw PP_515*" yang sedang diteliti, memiliki potensi besar untuk meningkatkan akurasi keputusan wasit dan mewujudkan pertandingan yang lebih adil. Teknologi "mata elang" hadir sebagai solusi potensial untuk mengatasi keterbatasan penglihatan wasit. Sistem ini menggunakan teknologi analisis visual untuk memberikan keputusan yang lebih akurat dan objektif tentang kesalahan servis. Hasil

penelitian yang menunjukkan validitas tinggi dari "mata elang" seperti yang dibahas sebelumnya, semakin memperkuat potensinya untuk mewujudkan pertandingan yang lebih *fairplay*.

Hadirnya teknologi "mata elang" dapat berdampak pada filosofi dan budaya permainan sepak takraw. Sepak takraw dikenal sebagai olahraga yang mengandalkan keterampilan, sportivitas, dan kemampuan wasit dalam memimpin pertandingan. Teknologi "*Mata Elang Sepak Takraw PP_515*" tidak serta merta menghilangkan peran wasit. Wasit tetap memegang peranan penting dalam memimpin jalannya pertandingan, menjaga sportivitas pemain, dan mengambil keputusan di area abu-abu yang mungkin tidak tertangani oleh teknologi. Teknologi *fairplay* seperti "*Mata Elang Sepak Takraw PP_515*" diharapkan dapat membawa sepak takraw ke era baru yang lebih adil dan kompetitif. Sehingga pelestarian nilai-nilai sportivitas, keahlian pemain, dan peran kepemimpinan wasit yang beradaptasi dengan teknologi, akan menjadi kunci agar sepak takraw tetap menjadi olahraga yang menarik dan diminati di masa depan.

E. Kajian Produk Akhir

Kajian produk akhir adalah hasil yang diperoleh melalui tahapan-tahapan yang sudah dilalui sehingga mendapatkan kesepakatan, uji coba dan mampu meningkatkan keefektifan dan efisiensi secara performa atau kemudahan dalam melakukan sesuatu. Pada penelitian ini kajian produk akhir adalah menghasilkan sebuah alat mata elang pendeteksi *foul* pada

servis yang sudah dilakukan pengujian dan intervensi sehingga dapat menjadi hasil final.

Tujuan akhir dalam penelitian ini adalah menghasilkan sebuah alat mata elang pendeteksi *foul* pada servis permainan sepak takraw. Tahapan pengembangan untuk menghasilkan alat ini dimulai dari tahapan-tahapan sebagai berikut: (1) melakukan analisis kebutuhan atau studi pendahuluan untuk mencari rasionalisasi permasalahan untuk mengembangkan sebuah alat tersebut melalui observasi, wawancara, dan penyebaran kuesioner *googleform*; (2) melakukan analisis dokumen dan literatur relevan untuk menyusun alat; (3) melakukan uji kelayakan melalui uji validasi alat dengan penilaian ahli materi, melakukan uji coba kepraktisan alat kepada wasit, melakukan uji coba kepraktisan alat kepada ahli media; (4) melakukan revisi berupa saran dari ahli materi, wasit dan ahli media untuk alat yang telah tersusun.

Berdasarkan hasil penilaian dari lima ahli materi terkait model alat mata elang meliputi 16 pertanyaan. Berdasarkan hasil yang diperoleh, kemudian dianalisis menggunakan Aiken nilai keseluruhan menunjukkan kisaran 0.81 sehingga dapat dikatakan model dan program yang disusun layak dan valid. Hal tersebut sesuai dengan kajian literatur bahwa nilai Aiken 0,81 sampai 1.00 menunjukkan bahwa kesepakatan antar panelis dapat dikatakan tinggi (Hendriyadi, 2017). Hal ini senada dengan pendapat ahli bahwa nilai koefisien >0.78 dapat dikategorikan baik (Yulianto, 2017).

Berdasarkan uji coba skala kecil telah ditemukan penilaian berdasarkan wasit. Diperoleh hasil persentase secara keseluruhan adalah 95%, kemudian berdasarkan kategorisasi model latihan dapat dikatakan sangat layak.

Berdasarkan hasil uji coba skala besar 1 ditemukan penilaian berdasarkan wasit yang berjumlah 30 orang. Sehingga diperoleh hasil persentase secara keseluruhan adalah 90%. Selanjutnya berdasarkan hasil uji coba skala besar 2 diperoleh hasil persentase secara keseluruhan adalah 86%, kemudian berdasarkan kategorisasi alat yang dikembangkan dapat dikatakan sangat layak pada uji skala luas.

F. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini tentunya banyak kekurangan, tetapi kekurangan tersebut dapat diperbaiki untuk tahap selanjutnya, beberapa keterbatasan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Sampel dalam uji efektivitas ini masih kurang, hanya menggunakan 50 wasit karena dalam penelitian ini yang dipilih secara khusus yaitu wasit yang sudah berkopoten dalam sebuah pertandingan.
2. Variasi model alat yang dikembangkan lebih dominan pada pendeteksi *foul*, sehingga kedepannya perlu mengembangkan berbagai variasi pendeteksi.

3. Keterbatasan Teknis: Pengembangan mata elang deteksi *foul* mungkin masih dalam tahap awal atau menghadapi keterbatasan teknis dalam mendeteksi dengan akurasi tinggi. Keterbatasan teknis seperti kualitas citra, kecepatan pemrosesan, atau kesalahan deteksi dapat mempengaruhi hasil penelitian. Untuk mengatasi keterbatasan ini, penelitian selanjutnya dapat fokus pada pengembangan teknologi yang lebih canggih atau menggunakan pendekatan yang berbeda untuk meningkatkan akurasi deteksi.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan tentang Produk

Berdasarkan dari hasil dan pembahasan penelitian yang sudah dilakukan oleh penulis telah didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Mengembangkan mata elang pendeteksi *foul* pada servis permainan sepak takraw yang dimulai dari: (1) studi pendahuluan, (2) validasi instrumen, (3) validasi model/materi dan revisi, (4) kajian produk akhir, (5) uji efektivitas.
2. Mata elang pendeteksi *foul* pada servis permainan sepak takraw layak untuk digunakan berdasarkan penilaian dari ahli menggunakan rumus Aiken, sehingga dapat disimpulkan layak untuk digunakan.
3. Mata elang pendeteksi *foul* pada servis permainan sepak takraw yang diujicobakan pada uji skala terbatas dan uji skala luas memiliki tingkat kelayakan yang baik.

B. Saran Pemanfaatan Produk

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian, ada beberapa saran yang diajukan oleh penulis terkait pemanfaatan produk alat yang dikembangkan oleh penulis sebagai berikut.

1. Bagi Pelatih

Terciptanya produk mata elang pendeteksi *foul* pada servis permainan sepak takraw untuk membantu memberikan keputusan terhadap *foul* atau kesalahan pada pelaksanaan servis. Selain itu juga untuk meningkatkan kemampuan penginderaan visual yang sangat

tajam dan akurat sehingga diharapkan wasit sepak takraw khususnya dapat menggunakan produk yang telah dikembangkan oleh penulis, dengan harapan mampu meraih prestasi maksimal.

2. Bagi Atlet

Terciptanya alat “*Mata Elang Sepak Takraw PP_515*” untuk mendeteksi *foul* pada servis permainan sepak takraw memberikan pengetahuan baru bahwa dengan menggunakan produk mata elang pendeteksi *foul* dapat meningkatkan kemampuan penginderaan visual yang sangat tajam dan akurat

3. Bagi Wasit

Alat “*Mata Elang Sepak Takraw PP_515*” tercipta untuk mendeteksi *foul* pada servis permainan sepak takraw. Selain itu untuk membantu memberikan keputusan terhadap *foul* atau kesalahan pada pelaksanaan servis.

C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut

1. Diseminasi

- a) Pada tahap diseminasi dan penyebarluasan produk, penulis. Alat mata elang pendeteksi *foul* pada servis permainan sepak takraw.
- b) Pada tahap diseminasi dan penyebarluasan selanjutnya, penulis mengemas penelitian ini menjadi artikel yang akan diterbitkan pada jurnal nasional/internasional

2. Pengembangan Produk Lebih Lanjut

- a) Pengembangan produk lebih lanjut yaitu, upaya untuk mendapatkan hasil yang maksimal tentunya diperlukan ahli materi yang lebih dari 5 orang untuk mendapatkan saran dan masukan yang bervariasi sehingga dari saran tersebut yang diperbaiki bertujuan untuk mendapatkan model mata elang pendeteksi *foul* yang lebih baik.

- d) Pengembangan produk lebih lanjut yaitu, diperlukan subjek yang lebih banyak kira-kira 70 orang untuk melakukan uji efektivitas untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, K., Saeed, M., Khan, M. I., Ahmed, K., & Wang, H. (2022). Deep-Learning-Based Computer Vision Approach For The Segmentation Of Ball Deliveries And Tracking In Cricket. *ArXiv Preprint ArXiv:2211.12009*.
- Ahmadan, G. P., Nasuka, N., & Pramono, H. (2018). Development of Target Basket Tools for Set-Up and Receive Serve Precise Practice in Volleyball Games. *Journal of Physical Education and Sports*, 7(2), 185–192.
- Alfiandi, P., Ali, N., & Wardoyo, H. (2018). Pengembangan Model Latihan Sepak Sila Pada Permainan Sepak Takraw. *Jurnal Ilmiah Sport Coaching and Education*, 2(2), 111–126.
- Apriana, enika dwi, & Munawir, M. (2019). Pengertian Iptek. In *Kendala Dan Tantangan Pendidikan Berbasis Teknologi*.
- Aung-Thwin, M. (2020). National sport of Myanmar. *The Routledge Handbook of Sport in Asia*, 1879.
- Balbudhe, P., Khandelwal, B., & Solanki, S. (2022). Automated Training Techniques and Electronics Sensors Role in Cricket: A Review. *Journal of Physics: Conference Series*, 2286(1), 12002.
- Baodong, Y. (2014). Hawkeye technology using tennis match. *Computer Modelling and New Technologies*, 18(12C).
- Basyiruddin, B., Hanif, A. S., Gani, A., & Hanafi, M. (2021). Sosialisasi Sepaktakraw Kid's Dilingkungan Dki Jakarta. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2, Snppm2021brl-87.
- Candra, A. R. D., Setyawati, H., & Wahyu, I. S. C. (2017). Journal of Physical Education and Sports Alat Sensor Getaran Pendeteksi Kegagalan pada Papan Indikator Lompat Horizontal. *Journal of Physical Education and Sports*, 6(3).
- Chen, S., & Xiao, R. (2017). Physiological profile of Filipino sepak takraw college players. *Asia Pacific Journal of Education, Arts and Sciences*, 4(4), 69–74.
- Dadang, B. H, Moch Asmawi, J. T. (2019). *Developing Machine Training (DBH 2MCS) To Improve Beginner Athlete Service In Sepak Takraw In Sumedang Regency Name Affiliation Country Dadang Budi Hermawan Universitas Negeri Jakarta Indonesia Bio Statement — Principal contact for editorial corresponde*. 9(4), 42–54.
- Dianawati, I., Pramono, H., & Handayani, O. W. K. (2017). Pengembangan Alat Sensor Gerak Pada Garis Servis Double Event Dalam Permainan Sepaktakraw. *Journal of Physical Education and Sports*, 6(3).
- Fachrozi, I., Boru, M. J., Masgumelar, N. K., Lestariningsih, N. D., Mustafa, P. S., & Romadhana, S.& Hutama, H. A. (2020). *Penelitian dan pengembangan*

pendidikan olahraga. Malang: Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang.

- Fauzan, L. A., & Sarmidi, H. (2020). *The Difference of Backhand Drive Ability Using Internal Drive Method and Drive Crosscourt Method for Tennis Players*. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200219.024>
- Gall, M. D., Borg, W. R., & Gall, J. P. (1996). *Educational research: An introduction*. Longman Publishing.
- Hakim, A. A., & Hanif, A. S. (2017). Implementation Of Motor Development Characteristics In Sepak Takraw Training. *Jipes - Journal Of Indonesian Physical Education And Sport*, 3(2). <https://doi.org/10.21009/jipes.032.03>
- Hamzah, A. (2021). *Metode penelitian & pengembangan (research & development) uji produk kuantitatif dan kualitatif proses dan hasil dilengkapi contoh proposal pengembangan desain uji kualitatif dan kuantitatif*. CV Literasi Nusantara Abadi.
- Heffernan, A. (2021). Paralympic assemblages globalizing International Relations: an autoethnographic account of global politics at the Paralympic Games. *Sport in Society*, 25(1), 56–69.
- Hermawan, D. B., Asmawi, M., & Tangkudung, J. (2019). Developing machine training (DBH 2MCS) to improve beginner athlete service in Sepak Takraw in sumedang regency. *Journal of Education, Health and Sport*, 9(4), 42–54.
- Hidayat, R., Budi, D. R., Purnamasari, A. D., Febriani, A. R., & Listiandi, A. D. (2020). Faktor Fisik Dominan Penentu Keterampilan Bermain Sepak Takraw. *Jurnal MensSana*, 5(1), 33–39.
- Hidayat, R., Sulaiman, S., & Hidayah, T. (2016). Faktor Anthropometri, Biomotor Penentu Keterampilan Sepak Takraw Atlet Putra Pon Jawa Tengah. *Journal of Physical Education and Sports*, 5(2), 83–88.
- Jamalong, A. (2015). Hubungan Antara Power Otot Tungkai Dan Kelentukan Togok Dengan Kemampuan Servis Bawah Dalam Permainan Sepaktakraw Pada Atlet Sepaktakraw Klub Tunas Muda Kabupaten Mempawah. *Jurnal Pendidikan Olah Raga*, 4(1), 20–34.
- Jayalath, L. M. (2021). Hawk Eye Technology Used In Cricket. *South Asian Research Journal of Engineering and Technology*, 3(2), 55–67.
- Junaedi, Anas & Wisnu, H. (2015). Survei Tingkat Kemajuan Pendidikan Jasmani, Olahraga, dan Kesehatan di SMA, SMK, dan MA Negeri se-Kabupaten Gresik. *Jurnal Pendidikan Olahraga Dan Kesehatan*, 3(3).
- Khikmah, A., & Winarno, M. E. (2019). Survei sarana dan prasarana pendidikan jasmani di madrasah tsanawiyah (mts) se-kecamatan klojen kota malang pada semester ganjil tahun 2017. *Indonesian Journal of Sport and Physical Education*, 1(1), 12–19.
- Kondratenko, Y. P. (2015). Robotics, automation and information systems: future perspectives and correlation with culture, sport and life science. *Decision*


Making and Knowledge Decision Support Systems: VIII International Conference of RACEF, Barcelona, Spain, November 2013 and International Conference MS 2013, Chania Crete, Greece, November 2013, 43–55.

- Li, J. (2022). Innovative Analysis of Sports Competition Training Integrating Interactive Digital Media. *EAI International Conference, BigIoT-EDU*, 165–176.
- Lim, P. H. (2023). From Sepak Raga to Sepak Takraw: The Introduction and Institutionalization of an Indigenous Game in Regional Multi-Sport Events, 1965–1990. *Asian Journal of Sport History & Culture*, 1–18.
- Liu, J., Huang, G., Hyypä, J., Li, J., Gong, X., & Jiang, X. (2023). A Survey on Location and Motion Tracking Technologies, Methodologies and Applications in Precision Sports. *Expert Systems with Applications*, 120492.
- Mamu, A. H., Siregar, N., Hidayat, S., & Duhe, E. D. P. (2022). Pengaruh Latihan Sasaran Terpusat Dan Sasaran Acak Terhadap Ketepatan Umpan Smash Sepak Takraw. *Jambura Sports Coaching Academic Journal*, 1(1), 34–42.
- Muhyi, M., Hanafi, M., Sukmana, A. A., Utamayasa, I. G. D., & Prastyana, B. R. (2021). The effectiveness of krwanjang game implementation on Sepak sila's skills in sepak takraw game at Surabaya sepak takraw academy. *Jurnal SPORTIF: Jurnal Penelitian Pembelajaran*, 7(3), 367–377.
- Priyadi, A. (2014). *Optimalisasi Sarana Pembelajaran Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Gerak Dasar Servis Bawah Sepak Takraw Pada Siswa Kelas V Sd Negeri 2 Jungsemi Kabupaten Kendal Tahun Ajaran 2013/2014.*
- Pu, Q. (2021). *The Effects of Artificial Intelligence on Competitive Sports.*
- Purwanto, D. (2019). *Keterampilan Bermain Sepaktakraw untuk Mahasiswa. Zifatama Jawa.*
- Semarayasa, I. K. (2014). Pengaruh strategi pembelajaran dan kemampuan gerak dasar (motor ability) terhadap kemampuan smash silang pada permainan sepak takraw mahasiswa penjaskesrek fok undiksha. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 3(1).
- Semarayasa, I. K. (2016). Pengaruh strategi pembelajaran dan tingkat motor ability terhadap keterampilan servis atas sepak takraw pada mahasiswa Penjaskesrek FOK UNDIKSHA. *Jurnal Pendidikan Jasmani Indonesia*, 12(1), 34–41.
- Sudarmono, M. (2013). Pengembangan Permainan Bavos Untuk Pembelajaran Pendidikan Jasmani Olahraga Dan Kesehatan Siswa Sekolah Menengah Pertama. *Journal Of Physical Education And Sports*, 2(1).
- Sukmana, A. A., & ALLSABAH, M. (2018). Fenomena Kejuaraan Antar Kampung (Tarkam) Sepaktakraw di Kabupaten Blitar. *Fenomena Kejuaraan Antar Kampung (Tarkam) Sepaktakraw Di Kabupaten Blitar*, 3(2), 94–101.
- Svensson, P. G., & Mahoney, T. Q. (2020). Intraorganizational conditions for social

- innovation in sport for development and peace. *Managing Sport and Leisure*, 25(3), 220–238.
- Syam, A. (2019). Analisis Kemampuan Inteligensi Atlet Cabang Olahraga Sepak Takraw Provinsi Gorontalo. *Jambura Journal of Sports Coaching*, 1(2), 79–90.
- Utami, D. (2015). Peran fisiologi dalam meningkatkan prestasi olahraga Indonesia menuju sea games. *Jorpres (Jurnal Olahraga Prestasi)*, 11(2).
- Wei, X., Lucey, P., Morgan, S., & Sridharan, S. (2016). Forecasting the next shot location in tennis using fine-grained spatiotemporal tracking data. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 28(11), 2988–2997.
- Wikipedia. (2018). *Bola Voli*. https://id.wikipedia.org/wiki/Bola_voli.
- Wulandari, D. A. R., & Irsyada, M. (2019). Analisis Gerak Servis Atas Sepak Takraw Pada Atlet Putra Di Sma Negeri Olahraga Sidoarjo. *Jurnal Prestasi Olahraga*, 2(4).
- Yusfi, H., & Solahuddin, S. (2020). *Teknik Pembelajaran Keterampilan Dasar Passing Bola Basket*. Bening Media Publishing.
- Zarei, A., Holmes, K., & Yusof, A. Bin. (2018). Sport event attributes influencing sport tourists' attendance at sepak takraw event. *Event Management*, 22(5), 675–691.
- Zhang, D., & Liu, B. (2020). Ideal and reality: Justified consideration on VAR system's intervention in football matches penalty. *Journal of Capital University of Physical Education and Sports*, 32(1), 82–86.
- Zhang, Y., & Breedlove, J. (2021a). Sustaining market competitiveness of table tennis in China through the application of digital technology. *Sport in Society*, 24(10), 1770–1790. <https://doi.org/10.1080/17430437.2021.1901343>
- Zhang, Y., & Breedlove, J. (2021b). Sustaining market competitiveness of table tennis in China through the application of digital technology. *Sport in Society*, 24(10), 1770–1790.
- Zhang, Y., & Byon, K. K. (2017). Push and pull factors associated with the CTTSL game events between on-site and online consumers. *International Journal of Sports Marketing and Sponsorship*, 18(1), 48–69.
- Zonouz, S. A., Khurana, H., Sanders, W. H., & Yardley, T. M. (2013). RRE: A game-theoretic intrusion response and recovery engine. *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 25(2), 395–406.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keterangan Validasi Ahli

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
	UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
	FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN DAN KESEHATAN
	Jalan Colombo Nomor 1 Yogyakarta 55281 Telepon (0274) 513092, 586168 Fax. (0274) 513092 Laman: fik.uny.ac.id Email: humas_fik@uny.ac.id

SURAT KETERANGAN VALIDASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Burhan Basyiruddin, M.Pd.
Jabatan/Pekerjaan : Lektor/Dosen
Instansi Asal : Universitas Negeri Jakarta

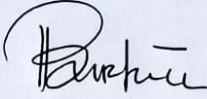
Menyatakan bahwa instrumen penelitian dengan judul:
Pengembangan Mata Elang Pendeteksi *Foul* pada Servis Permainan Sepak Takraw dari mahasiswa:

Nama : Putri Prastiwi Wulandari
NIM : 20708261012
Prodi : Ilmu Keolahragaan

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

1. Tambahkan indikator pada ~~alat~~ berupa cahaya agar langsung terlihat oleh wasit, pemain dan pelatih
2. Lengkapi setting cahaya untuk kenyamanan penggunaan alat secara (Indoor /outdoor).
3.

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

Yogyakarta, 11 Juli 2023
Validator,

Burhan Basyiruddin, M.Pd.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN DAN KESEHATAN

Jalan Colombo Nomor 1 Yogyakarta 55281
Telepon (0274) 513092, 586168 Fax. (0274) 513092
Laman: fik.uny.ac.id Email: humas_fik@uny.ac.id

SURAT KETERANGAN VALIDASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dr. Hari Yulianto, M.Kes
Jabatan/Pekerjaan : Lektor Kepala/Dosen
Instansi Asal : UNY

Menyatakan bahwa instrumen penelitian dengan judul:

Pengembangan Mata Elang Pendeteksi *Foul* pada Servis Permainan Sepak Takraw dari mahasiswa:

Nama : Putri Prastiwi Wulandari
NIM : 20708261012
Prodi : Ilmu Keolahragaan

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

1. Alat yang dibuat sudah baik. Tingkat akurasi perlu ditingkatkan.
2.
3.

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

Yogyakarta, 25 Agustus 2023
Validator,

Dr. Hari Yulianto, M.Kes



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN DAN KESEHATAN

Jalan Colombo Nomor 1 Yogyakarta 55281
Telepon (0274) 513092, 586168 Fax. (0274) 513092
Laman: fik.uny.ac.id Email: humas_fik@uny.ac.id

SURAT KETERANGAN VALIDASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dr. Agus Raharjo, M.Pd.
Jabatan/Pekerjaan : Lektor/Dosen
Instansi Asal : Universitas Negeri Semarang

Menyatakan bahwa instrumen penelitian dengan judul:

Pengembangan Mata Elang Pendeteksi *Foul* pada Servis Permainan Sepak Takraw dari mahasiswa:

Nama : Putri Prastiwi Wulandari
NIM : 20708261012
Prodi : Ilmu Keolahragaan

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

1. Diperlukan alat pelindung semacam payung aspal
alat terhindar dari panas/hujan
2. nama alat perlu diperhatikan
- 3.

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

Yogyakarta, 11 Juli 2023

Validator,

Dr. Agus Raharjo, M.Pd.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN DAN KESEHATAN
Jalan Colombo Nomor 1 Yogyakarta 55281
Telepon (0274) 513092, 586168 Fax. (0274) 513092
Laman: fik.uny.ac.id Email: humas_fik@uny.ac.id

SURAT KETERANGAN VALIDASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Victoria Eka Prasetya, S.Pd
Jabatan/Pekerjaan : Atlet
Instansi Asal : PSTI

Menyatakan bahwa instrumen penelitian dengan judul:

Pengembangan Mata Elang Pendeteksi *Foul* pada Servis Permainan Sepak Takraw dari mahasiswa:

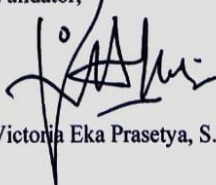
Nama : Putri Prastiwi Wulandari
NIM : 20708261012
Prodi : Ilmu Keolahragaan

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

1. Alat sudah baik. Akan tetapi diperlukan sosialisasi / workshop tentang alat ini yang ditujukan pada wasit, pelatih dan atlet.
2.
3.

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

Yogyakarta, 15 Juni 2023
Validator,


Victoria Eka Prasetya, S.Pd



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN DAN KESEHATAN

Jalan Colombo Nomor 1 Yogyakarta 55281
Telepon (0274) 513092, 586168 Fax. (0274) 513092
Laman: fik.uny.ac.id Email: humas_fik@uny.ac.id

SURAT KETERANGAN VALIDASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sulton, S.Pd.
Jabatan/Pekerjaan : Kepala Sekolah
Instansi Asal : SDN 3 Jungsemi Kabupaten Kendal

Menyatakan bahwa instrumen penelitian dengan judul:

Pengembangan Mata Elang Pendeteksi *Foul* pada Servis Permainan Sepak Takraw dari mahasiswa:

Nama : Putri Prastiwi Wulandari
NIM : 20708261012
Prodi : Ilmu Keolahragaan

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

1. *Perlu adanya susutisasi. Deteksi foul servis pada Perilaku dalam cabang olahraga sepak takraw*
2. *Kejelasan kerangka konsep untuk tentang keberadaan alat pendeteksi foul*
3.

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

Yogyakarta, 22 Juni 2023
Validator,

Sulton, S.Pd.

Lampiran 2. Hasil Validasi Ahli Materi

Pertanyaan	Penilai					s= r - lo					Σ	n*(c - 1)	V=S/(n*(c-1))
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5			
1	4	5	5	5	5	3	4	4	4	4	19	20	0.95
2	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	20	0.75
3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	20	0.75
4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	20	0.75
5	5	4	4	4	4	4	3	3	3	3	16	20	0.8
6	4	4	4	4	5	3	3	3	3	4	16	20	0.8
7	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	20	0.75
8	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	20	20	1
9	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	20	0.75
10	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	20	0.75
11	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	20	0.75
12	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	20	0.75
13	5	4	5	4	4	4	3	4	3	3	17	20	0.85
14	4	5	5	4	4	3	4	4	3	3	17	20	0.85
15	4	5	5	4	4	3	4	4	3	3	17	20	0.85
16	4	4	5	4	4	3	3	4	3	3	16	20	0.8

Lampiran 3. Hasil Uji Kepraktisan Skala Kecil

Kepraktisan : Uji skala kecil														
No	Sampel	Efektif	Efisien					Kreativitas			Jml	Max	%	%Mean
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8				
1	Wasit 1	5	5	5	5	5	5	5	5	40	40	100	94.5	
2	Wasit 2	5	5	5	5	5	5	5	5	40	40	100		
3	Wasit 3	5	5	5	4	4	4	5	4	36	40	90		
4	Wasit 4	5	5	5	5	5	5	5	5	40	40	100		
5	Wasit 5	4	5	4	4	4	4	4	4	33	40	82.5		
6	Wasit 6	5	5	5	5	5	5	5	5	40	40	100		
7	Wasit 7	5	5	5	4	4	4	5	4	36	40	90		
8	Wasit 8	5	5	5	5	5	5	5	5	40	40	100		
9	Wasit 9	4	5	4	5	4	4	4	4	34	40	85		
10	Wasit 10	5	5	5	5	5	5	5	4	39	40	97.5		
Jml		48	50	48	47	46	46	48	45					
Max		50	50	50	50	50	50	50	50					
%		96	100	96	94	92	92	96	90					
%Mean		94.5												

Lampiran 4. Hasil Uji Kepraktisan Skala Besar

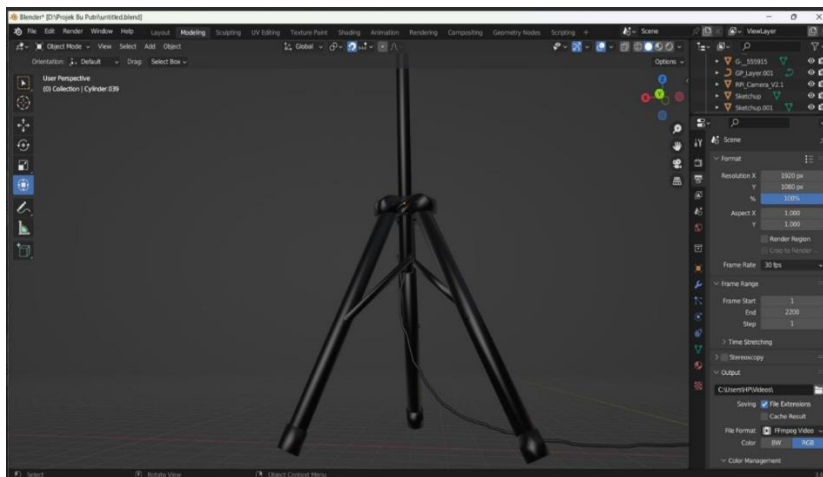
Kepraktisan : Uji skala besar 1														
No	Sampel	Efektif	Efisien					Kreativitas			Jml	Max	%	%Mean
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8				
1	Wasit 1	5	5	5	5	5	5	5	5	40	40	100	89.6667	
2	Wasit 2	4	4	4	4	4	5	5	5	35	40	87.5		
3	Wasit 3	4	4	5	4	5	5	5	5	37	40	92.5		
4	Wasit 4	5	5	4	4	4	4	4	5	35	40	87.5		
5	Wasit 5	5	4	4	5	5	5	5	5	38	40	95		
6	Wasit 6	4	4	4	5	4	5	4	4	34	40	85		
7	Wasit 7	5	4	5	5	5	4	4	4	36	40	90		
8	Wasit 8	5	5	5	5	5	5	5	5	40	40	100		
9	Wasit 9	4	4	4	4	4	5	5	5	35	40	87.5		
10	Wasit 10	4	4	5	4	5	5	5	5	37	40	92.5		
11	Wasit 11	5	5	4	4	4	4	4	5	35	40	87.5		
12	Wasit 12	5	4	4	5	5	5	5	5	38	40	95		
13	Wasit 13	4	4	4	5	4	5	4	4	34	40	85		
14	Wasit 14	5	4	5	5	5	4	4	4	36	40	90		
15	Wasit 15	5	5	4	4	4	4	4	5	35	40	87.5		
16	Wasit 16	5	4	4	5	5	5	5	5	38	40	95		
17	Wasit 17	4	4	4	5	4	5	4	4	34	40	85		
18	Wasit 18	5	4	5	5	5	4	4	4	36	40	90		
19	Wasit 19	5	5	4	4	4	4	4	5	35	40	87.5		
20	Wasit 20	5	4	4	5	5	5	5	5	38	40	95		
21	Wasit 21	4	4	4	5	4	5	4	4	34	40	85		
22	Wasit 22	5	4	5	5	5	4	4	4	36	40	90		
23	Wasit 23	4	4	4	5	4	5	4	4	34	40	85		
24	Wasit 24	5	4	5	5	5	4	4	4	36	40	90		
25	Wasit 25	4	4	4	5	4	5	4	4	34	40	85		
26	Wasit 26	5	4	5	5	5	4	4	4	36	40	90		
27	Wasit 27	4	4	4	5	4	5	4	4	34	40	85		
28	Wasit 28	5	4	5	5	5	4	4	4	36	40	90		
29	Wasit 29	4	4	4	5	4	5	4	4	34	40	85		
30	Wasit 30	5	4	5	5	5	4	4	4	36	40	90		
Jml		138	126	132	142	136	138	130	134					
Max		150	150	150	150	150	150	150	150					
%		92	84	88	94.6667	90.6667	92	86.6667	89.3333					
%Mean		89.66666667												

Lampiran 5. Hasil Uji Efektivitas

Evektivitas : Uji skala besar 2														
No	Sampel	Efektif	Efisien					Kreativitas			Jml	Max	%	%Mean
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8					
1	Wasit 1	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80	86.3	
2	Wasit 2	5	5	5	4	5	5	5	5	39	40	97.5		
3	Wasit 3	4	5	4	5	4	4	4	4	34	40	85		
4	Wasit 4	5	4	4	4	5	4	5	4	35	40	87.5		
5	Wasit 5	5	4	4	4	4	4	4	4	33	40	82.5		
6	Wasit 6	5	5	5	5	5	5	4	4	38	40	95		
7	Wasit 7	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80		
8	Wasit 8	4	4	4	5	4	4	4	5	34	40	85		
9	Wasit 9	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80		
10	Wasit 10	5	5	5	5	5	5	5	5	40	40	100		
11	Wasit 11	4	5	4	5	4	4	4	4	34	40	85		
12	Wasit 12	5	4	4	4	5	4	5	4	35	40	87.5		
13	Wasit 13	5	4	4	4	4	4	4	4	33	40	82.5		
14	Wasit 14	5	5	5	5	5	5	4	4	38	40	95		
15	Wasit 15	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80		
16	Wasit 16	4	4	4	4	4	4	4	5	33	40	82.5		
17	Wasit 17	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80		
18	Wasit 18	5	5	5	4	5	5	5	5	39	40	97.5		
19	Wasit 19	4	5	4	5	4	4	4	4	34	40	85		
20	Wasit 20	5	4	4	4	5	4	5	4	35	40	87.5		
21	Wasit 21	5	4	4	4	4	4	4	4	33	40	82.5		
22	Wasit 22	5	5	5	5	5	5	4	4	38	40	95		
23	Wasit 23	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80		
24	Wasit 24	4	4	4	4	4	4	4	5	33	40	82.5		
25	Wasit 25	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80		
26	Wasit 26	5	5	5	5	5	5	5	5	40	40	100		

26	Wasit 26	5	5	5	5	5	5	5	5	40	40	100	86.3	
27	Wasit 27	4	5	4	5	4	4	4	4	34	40	85		
28	Wasit 28	5	4	4	4	5	4	5	4	35	40	87.5		
29	Wasit 29	5	4	4	4	4	4	4	4	33	40	82.5		
30	Wasit 30	5	5	5	5	5	5	4	4	38	40	95		
31	Wasit 31	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80		
32	Wasit 32	4	4	4	4	4	4	4	5	33	40	82.5		
33	Wasit 33	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80		
34	Wasit 34	5	5	5	5	5	5	5	5	40	40	100		
35	Wasit 35	4	5	4	5	4	4	4	4	34	40	85		
36	Wasit 36	5	4	4	4	5	4	5	4	35	40	87.5		
37	Wasit 37	5	4	4	4	4	4	4	4	33	40	82.5		
38	Wasit 38	5	5	5	5	5	5	4	4	38	40	95		
39	Wasit 39	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80		
40	Wasit 40	4	4	4	4	4	4	4	5	33	40	82.5		
41	Wasit 41	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80		
42	Wasit 42	5	5	5	5	5	5	5	5	40	40	100		
43	Wasit 43	4	5	4	5	4	4	4	4	34	40	85		
44	Wasit 44	5	4	4	4	5	4	5	4	35	40	87.5		
45	Wasit 45	5	4	4	4	4	4	4	4	33	40	82.5		
46	Wasit 46	5	5	5	5	5	5	4	4	38	40	95		
47	Wasit 47	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80		
48	Wasit 48	4	4	4	4	4	4	4	5	33	40	82.5		
49	Wasit 49	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80		
50	Wasit 50	4	4	4	4	4	4	5	4	33	40	82.5		
Jml		224	218	212	217	218	212	213	212					
Max		250	250	250	250	250	250	250	250					
%		89.6	87.2	84.8	86.8	87.2	84.8	85.2	84.8					
%Mean		86.3												

Lampiran 6. Proses Pembuatan Alat



Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian



