

**PENGEMBANGAN GELANG DETEKSI DETAK NADI BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IOT) UNTUK LATIHAN *ENDURANCE*
PADA CABANG OLAHRAGA SEPAK BOLA**



Oleh:

RISKI IQBAL FAUZAN PAPUTUNGAN

19711251070

Tesis ini ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan
mendapatkan gelar Magister Pendidikan

PROGRAM STUDI ILMU KEOLAHRAGAAN

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

2022

LEMBAR PERSETUJUAN

**PENGEMBANGAN GELANG DETEKSI DETAK NADI BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IOT) UNTUK LATIHAN *ENDURANCE*
PADA CABANG OLAHRAGA SEPAK BOLA**

**Riski Iqbal Fauzan Paputungan
19711251070**

Tesis ini ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan

Mendapat gelar Magister Pendidikan

Program Studi Ilmu Keolahragaan

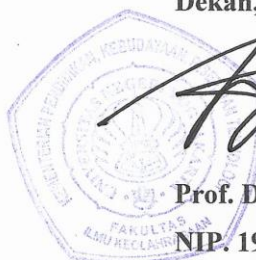
Menyetujui untuk diajukan pada ujian tesis

Pembimbing,

**Prof. Dr. Drs. Panggung Sutapa, M.S.
NIP. 195907281986011001**

**Mengetahui:
Fakultas Ilmu Keolahragaan
Universitas Negeri Yogyakarta**

Dekan,



**Prof. Dr. Wawan S. Suherman, M.Ed.
NIP. 196407071988121001**

Koordinator Program Studi,

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

ABSTRAK

Riski Iqbal Fauzan Paputungan: Pengembangan Gelang Deteksi Detak Nadi Berbasis Internet of Things (IOT) untuk Latihan Endurance Pada Cabang Olahraga Sepak Bola. Tesis. Yogyakarta: Program Magister, Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Yogyakarta, 2022.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Mengetahui langkah-langkah mengembangkan gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* sepak bola. (2) Mengetahui tingkat pencapaian kelayakan gelang deteksi detak nadi berbasis IoT untuk latihan *endurance* sepak bola. (3) Mengetahui validitas dan reliabilitas gelang deteksi detak nadi berbasis IoT untuk latihan *endurance* sepak bola.

Jenis penelitian ini adalah pengembangan (*Research and Development*). langkah-langkah pengembangan menggunakan desain ADDIE yaitu tahap Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. Uji coba skala kecil di SMP Negeri 2 Turi. Subjek uji coba yaitu ahli materi, ahli media, pelatih dan pemain SSO Realmadrid Foundation UNY. Instrumen pengumpulan data yang digunakan yaitu: wawancara dan angket. Data dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) Langkah-langkah pengembangan gelang deteksi detak nadi berbasis IoT untuk latihan *endurance* sepak bola menggunakan metode ADDIE, yang meliputi 5 langkah yaitu tahap Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. Komponen alat terdiri dari arduino sebagai mikrokontroler yang menerima dan memproses data, sensor BPM (*max30100 pulse oximeter heart-rate sensor module*), Baterai BL-4c dan indikator lampu led. Kerangka luar dan strap gelang terbuat dari bahan elastis, bagian bawah gelang terdapat empat sekrup. Aspek desain untuk warna yang digunakan adalah biru agar terlihat lebih mencolok ketika digunakan dan strap gelang warna hitam. (2) Gelang deteksi detak nadi berbasis IoT untuk latihan *endurance* sepak bola yang dikembangkan layak dengan penilaian ahli materi yaitu sebesar 75,00% pada kategori cukup layak, penilaian ahli media sebesar 75,00% pada kategori cukup layak, dan penilaian pelatih sebesar 76,80 kategori layak. (3) Gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola yang dikembangkan mempunyai koefisien validitas sebesar 0,927 dan reliabilitas sebesar 0,960.

Kata Kunci: gelang deteksi, detak nadi, *Internet of Things* (IoT)

ABSTRACT

Riski Iqbal Fauzan Paputungan: *Development of Internet of Things (IoT)-Based Heart Rate Detection Bracelet for Endurance Training in Football Sports. Thesis. Yogyakarta: Master's Program in Sports Science, Yogyakarta State University, 2022.*

This study aims to: (1) Know the steps to develop a pulse detection bracelet based on the Internet of Things (IoT) for soccer endurance training. (2) Right in front of the IoT-based pulse detection location for ball endurance training. (3) Knowing the validity and reliability of the IoT-based pulse detection bracelet for soccer endurance training.

This type of research is development (Research and Development). the development steps using the ADDIE design are the Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation stages. Small-scale trial at SMP Negeri 2 Turi. The test subjects were material experts, media experts, coaches and players of SSO Realmadrid Foundation UNY. The data collection instruments used are: interviews and questionnaires. Data were analyzed quantitatively and qualitatively.

The results show that: (1) The steps for developing an IoT-based pulse detection bracelet for soccer endurance training using the ADDIE method, which includes 5 steps, namely the Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation stages. The components of the tool consist of Arduino as a microcontroller that receives and processes data, BPM sensor (max30100 pulse oximeter heart-rate sensor module), BL-4c battery and LED light indicator. the outer frame and strap of the bracelet are made of elastic material, the bottom of the bracelet has four bases. The design aspect for the color used is to make the blue look more striking when used and the black bracelet strap. (2) IoT-based pulse bracelet for soccer endurance training which was developed with the assessment of material experts, namely 75.00% in the fairly decent category, the media expert's assessment of 75.00% in the sufficient category, and the coach's assessment of 76.80 categories worthy. (3) The pulse detection bracelet based on the Internet of Things (IoT) for endurance training in the developed ball sport has a validity coefficient of 0.927 and a reliability coefficient of 0.960.

Keywords: *detection bracelet, pulse, Internet of Things (IoT)*

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Riski Iqbal Fauzan Paputungan

Nomor Mahasiswa : 19711251070

Program Studi : Ilmu Keolahragaan

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

Yogyakarta,Juli 2022



Riski Iqbal Fauzan Paputungan

19711251070


LEMBAR PENGESAHAN

**PENGEMBANGAN GELANG DETEKSI DETAK NADI BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IOT) UNTUK LATIHAN *ENDURANCE*
PADA CABANG OLAHRAGA SEPAK BOLA**


**RISKI IQBAL FAUZAN PAPUTUNGAN
19711251070**

Dipertahankan di depan Tim Penguji Tesis
Universitas Negeri Yogyakarta
Tanggal 15 Agustus 2022

TIM PENGUJI

Dr. Yudik Prasetyo, M.Kes. (Ketua/Penguji)		25/8/2022
Dr. Bernadeta Suhartini, M.Kes. (Sekretaris/Penguji)		25/8/2022
Prof. Dr. Panggung Sutapa, M.S. (Pembimbing/Penguji)		25/8/2022
Prof. Dr. Dr. BM Wara Kushartini, M.S. (Penguji Utama)		25/8/2022

Yogyakarta,.....
Fakultas Ilmu Keolahragaan
Universitas Negeri Yogyakarta
Dekan,


Prof. Dr. Wawan S. Suherman, M.Ed.
NIP. 196407071988121001

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 yang teristimewa untuk insan yang selalu memberikan sinar cahaya cinta kasih, ibu, ayah, dan kakak atas semua kasih sayang serta do'a yang diberikan kepadaku selama ini, mohon maaf atas segala kesalahanku, ibu selalu ada di setiap perjalanan hidupku, di saat susah maupun senang selalu ada untukku.

KATA PENGANTAR

Puji syukur selalu dipanjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul, “Pengembangan Gelang Deteksi Detak Nadi Berbasis *Internet of Things* (IOT) untuk Latihan *Endurance* Pada Cabang Olahraga Sepak Bola” dengan baik. Tesis ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar Magister Pendidikan Program Studi Ilmu Keolahragaan, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Program Pascasarjana, Universitas Negeri Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa tesis ini tidak mungkin dapat diselesaikan tanpa bimbingan dan bantuan serta dukungan dari semua pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini perkenankanlah penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sedalam-dalamnya kepada Bapak Prof. Dr. Drs. Panggung Sutapa, M.S., dosen pembimbing yang telah banyak membantu mengarahkan, membimbing, dan memberikan dorongan sampai tesis ini terwujud. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Sumaryanto, M.Kes., Rektor Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Bapak Prof. Dr. Wawan S. Suherman, M.Ed., Dekan Fakultas Ilmu Keolahragaan yang memberikan persetujuan pelaksanaan Tugas Akhir Tesis.
3. Bapak Dr. Ahmad Nasrulloh, M.Or., Koorprodi Ilmu Keolahragaan serta para dosen Ilmu Keolahragaan yang telah memberikan bekal ilmu.

4. Sekretaris dan Penguji yang sudah memberikan koreksi perbaikan secara komprehensif terhadap Tugas Akhir Tesis ini.
5. Pengurus, pelatih, dan atlet atas izin, kesempatan, bantuan, serta kerja samanya yang baik, sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.
6. Teman-teman mahasiswa Program Magister khususnya Program Studi Ilmu Keolahragaan Angkatan 2019 Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan motivasi pada penulis untuk selalu berusaha sebaik-baiknya dalam penyelesaian penulisan tesis ini.

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

Yogyakarta, Juli 2022



Riski Iqbal Fauzan Paputungan

19711251070

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA.	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN.	vii
KATA PENGANTAR.	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	9
C. Pembatasan Masalah.....	10
D. Rumusan Masalah.....	10
E. Tujuan Pengembangan	11
F. Spesifikasi Produk yang dikembangkan.....	11
G. Manfaat Pengembangan	12
H. Asumsi Pengembangan	12
BAB II. KAJIAN PUSTAKA	14
A. Kajian Teori	14
1. Sepak bola.....	14
a. Pengertian Sepak bola	14
b. Teknik Dasar Sepak bola.....	17
c. Komponen Kondisi Fisik Sepak bola	19
2. Latihan	20
a. Pengertian Latihan.....	20

b. Prinsip Latihan.....	22
c. Tujuan Latihan.....	30
3. Daya Tahan VO ₂ Max	35
a. Pengertian VO ₂ Max.....	35
b. Manfaat VO ₂ Max	41
c. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi VO ₂ Max	43
d. Cara Mengukur VO ₂ Max.....	46
4. <i>Internet of Things</i> (IoT)	47
5. Denyut Nadi.....	54
B. Kajian Penelitian yang Relevan.....	56
C. Kerangka Pikir	62
D. Pertanyaan Penelitian	64
BAB III. METODE PENELITIAN	66
A. Model Pengembangan	66
B. Prosedur Pengembangan.....	66
C. Desain Uji Coba Produk	69
1. Desain Uji Coba.....	69
2. Subjek Uji Coba.....	70
3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data	70
4. Teknik Analisis Data	73
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN	75
A. Hasil Pengembangan Produk Awal.	75
1. <i>Analysis</i> (Analisis).....	75
2. <i>Design</i> (Desain)	77
3. <i>Development</i> (Pengembangan)	80
4. <i>Implementation</i> (Implementasi).....	85
5. <i>Evaluation</i> (Evaluasi)	87
B. Revisi Produk	88
C. Kajian Produk Akhir.....	89
1. Produk Akhir	89
2. Uji Efektivitas.....	91

D. Pembahasan	95
E. Keterbatasan Penelitian	99
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN	101
A. Simpulan tentang Produk.....	101
B. Saran Pemanfaatan Produk.....	102
C. Diseminasi dan Pengembangan Alat/Produk Lebih Lanjut.....	103
DAFTAR PUSTAKA	104
LAMPIRAN	117

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Latihan	21
Gambar 2. Jenjang Latihan	25
Gambar 3. Kaitan Beban Kerja, Kelelahan, Pemulihan, dan Overkompensasi.....	28
Gambar 4. Konsep <i>Internet of Things</i>	47
Gambar 5. Sensor BPM (<i>max30100 pulse oximeter heart-rate sensor module</i>).....	51
Gambar 6. Arduino	51
Gambar 7. Alur Kerangka Berpikir	64
Gambar 8. Bagan Pengembangan Produk Model ADDIE.....	67
Gambar 9. Sensor BPM (<i>max30100 pulse oximeter heart-rate sensor module</i>).....	79
Gambar 10. Arduino	79
Gambar 11. Blok Diagram Gelang Deteksi Detak Nadi Berbasis IoT	80
Gambar 12. Diagram Hasil Penilaian Ahli Materi.....	81
Gambar 13. Diagram Hasil Penilaian Ahli Media Tahap 1	83
Gambar 14. Diagram Hasil Penilaian Ahli Media Tahap 2	84
Gambar 15. Diagram Hasil Penilaian Ujicoba Lapangan.....	86
Gambar 16. Produk Sebelum dan Setelah Revisi	87
Gambar 17. Gelang Deteksi Detak Nadi Berbasis IoT.....	90
Gambar 18. Diagram Batang Denyut Nadi Kelompok 1 dan Kelompok 2 ...	92

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Jumlah Denyut Jantung per Menit terhadap Usia	55
Tabel 2. Kisi-Kisi Penilaian untuk Ahli Materi.....	71
Tabel 3. Kisi-Kisi Penilaian untuk Ahli Media	72
Tabel 4. Kisi-Kisi Penilaian Ujicoba Lapangan.....	73
Tabel 5. Skala Interpretasi dengan Rating Scale	81
Tabel 6. Data Hasil Penilaian Ahli Materi	94
Tabel 7. Data Hasil Penilaian Ahli Media Tahap 1	82
Tabel 8. Data Hasil Penilaian Ahli Media Tahap 2	84
Tabel 9. Hasil Penilaian pada Ujicoba Lapangan	86
Tabel 10. Uji Validitas Gelang Deteksi Detak Nadi Berbasis IoT.....	92
Tabel 11. Uji Reliabilitas Gelang Deteksi Detak Nadi Berbasis IoT.....	92

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Surat Izin Validasi.....	118
Lampiran 2. Keterangan Validasi Ahli Media.....	120
Lampiran 3. Keterangan Validasi Ahli Materi	124
Lampiran 4. Keterangan Validasi Pelatih.....	128
Lampiran 5. Surat Izin Penelitian	130
Lampiran 6. Surat Keterangan Penelitian.....	131
Lampiran 7. Uji Validitas dan Reliabilitas	132

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Olahraga sering dikaitkan dengan hidup sehat, rutin berolahraga itu artinya peduli terhadap kondisi tubuh. Masyarakat telah menyadari akan perlunya olahraga untuk mendukung rutinitas sehari-hari, hal tersebut dapat dilihat dari banyaknya anggota masyarakat berbondong-bondong melakukan olahraga di hari libur. Pada umumnya berolahraga dengan tujuan untuk memelihara dan meningkatkan derajat kesehatan. Pernyataan tersebut diperjelas bahwa manfaat olahraga salah satunya meningkatkan daya tahan tubuh, olahraga yang dilakukan dengan teratur, akan meningkatkan fungsi hormon-hormon dalam tubuh (Bentlage, dkk., 2020: 2; Scheede-Bergdahl, dkk., 2019: 20). Hormon-hormon ini mampu meningkatkan daya tahan tubuh. Pendapat Giriwijoyo (2016: 25) olahraga dibagi berdasarkan sifat dan tujuannya, yaitu olahraga prestasi dan olahraga rekreasi. Olahraga prestasi adalah olahraga sebagai tujuan, sedangkan olahraga rekreasi, olahraga kesehatan, dan olahraga pendidikan adalah olahraga sebagai alat mencapai tujuan.

Berprestasi dalam olahraga mempunyai banyak aspek yang mendukung, seperti yang dikatakan oleh Jalawasesa & Fajar (2022: 120) bahwa prestasi olahraga merupakan aktualisasi dari hasil proses latihan yang ditampilkan olahragawan sesuai dengan kemampuannya yang dimilikinya. Selama proses berlatih dan melatih diperlukan kerjasama yang baik antara pelatih, olahragawan, dan orang tua, yang merupakan hubungan timbal balik agar latihan tercapai.

Aspek tersebut perlu diperhatikan agar tujuan untuk berprestasi dapat terealisasi, kualitas latihan selalu memperhatikan beban latihan. Perlunya beban latihan selama proses latihan selama proses latihan dan melatih agar latihan dapat berpengaruh pada peningkatan kualitas fisik, psikis, sikap dan sosial olahragawan, sehingga puncak prestasi dapat dicapai dalam waktu yang singkat dan dapat bertahan relatif lebih lama.

Olahraga prestasi dalam pencapaiannya tidak terlepas dari faktor lain tidak hanya kualitas latihan, salah satu yang berperan penting adalah teknologi, seperti yang diungkapkan Gumantan, dkk., (2021: 11) bahwa “pencetak prestasi olahraga saat ini tidak hanya bisa berdasarkan bakat olahraga saja, tapi juga wajib dipadukan dengan teknologi *sains*”. Negara yang melibatkan teknologi dalam proses pembinaan olahraga cenderung mempunyai prestasi yang baik, negara-negara tersebut adalah negara yang maju terlihat pada perolehan medali di Olimpiade 2016 Rio Brazil, 10 besar diantaranya adalah negara maju seperti Amerika, China, Inggris, Rusia, Jerman, Jepang, Prancis, Korsel, Italia, Australia dan Belanda.

Salah satu olahraga prestasi yang sangat populer dan digemari masyarakat di dunia adalah sepak bola. Hal tersebut bisa dilihat dari perkembangan olahraga sepak bola yang begitu pesat dengan antusiasnya masyarakat yang melakukan olahraga sepak bola baik anak-anak, remaja, bahkan orang dewasa. Olahraga sepak bola termasuk ke dalam olahraga permainan bola besar yang dimainkan secara beregu dan mengandalkan kesolidan tim (Kargapolova dkk., 2019: 16). Sepak bola bertujuan untuk mencetak gol sebanyak-banyaknya dengan

menggunakan bola kulit berukuran 27-28 dan dimainkan oleh 2 regu yang masing-masing beranggotakan 11 orang (Paramitha, dkk., 2020: 419; Gidu, dkk., 2022: 21). Sepak bola merupakan permainan tim yang setiap pemainnya harus bekerjasama dan kompak agar menghasilkan sebuah kemenangan (Malone & Lorimer, 2020: 197; Doewes, dkk., 2020: 429).

Seorang pemain sepak bola dapat mencapai kesuksesan apabila pemain tersebut memiliki empat faktor, yaitu: faktor genetik atau keturunan, faktor kedisiplinan, faktor latihan, dan faktor keberuntungan (Setianugraha & Yuliyanto, 2022: 100). Semua pemain sepak bola harus menguasai teknik dasar dan keterampilan bermain sepak bola karena orang akan menilai sampai dimana teknik dan keterampilan pemain dalam menendang bola, memberikan bola, menyundul bola, menembakkan bola ke gawang lawan untuk membuat gol (Aminudin, dkk., 2020: 912). Prestasi dalam olahraga sarat dengan berbagai kemampuan dan keterampilan gerak yang kompleks. Seorang atlet pada umumnya menjumpai gerakan-gerakan yang meliputi lari cepat, berhenti dengan tiba-tiba dan segera bergerak lagi, gerak meloncat, menjangkau, memutar badan dengan cepat, melakukan langkah lebar tanpa pernah kehilangan keseimbangan tubuh. Gerakan-gerakan tersebut dilakukan berulang-ulang dan dalam tempo lama, selama proses pertandingan berlangsung. Akibat proses gerakan tersebut akan menghasilkan kelelahan, yang akan berpengaruh langsung pada kerja jantung, paru-paru, sistem peredaran darah, pernapasan, kerja otot, dan persendian tubuh.

Selain beberapa teknik di atas, salah satu unsur atau faktor penting untuk meraih satu prestasi dalam olahraga adalah kondisi fisik. Kemampuan fisik salah

satu komponen yang paling dominan dalam pencapaian prestasi olahraga. Prestasi olahraga tidak akan terlepas dari unsur-unsur taktik, teknik dan kualitas kondisi fisik. Seorang atlet sepak bola sangat membutuhkan kualitas kekuatan, daya tahan, fleksibilitas, power tungkai, kecepatan, kelincahan, dan koordinasi gerak yang baik (Burhaein, dkk., 2020: 265; Firmansyah, dkk., 2021: 87; Putra, dkk., 2019: 513; Rommers, dkk., 2020: 1745). Aspek-aspek tersebut sangat dibutuhkan agar mampu bergerak dan bereaksi dengan baik selama pertandingan.

Salah satu kondisi fisik dominan yang harus dimiliki pemain sepak bola yaitu daya tahan atau *endurance*. Daya tahan menentukan prestasi seorang atlet, karena daya tahan yang baik seorang atlet akan mampu menerapkan teknik dan taktik secara maksimal, sehingga dengan kemampuan daya tahan yang prima kesempatan untuk meraih prestasi akan lebih mudah. Faktor utama keberhasilan dalam latihan dan pertandingan olahraga dipengaruhi oleh tingkat kemampuan ketahanan olahragawan, jadi kemampuan ketahanan seseorang yang baik akan mampu melakukan pekerjaannya dengan maksimal. Ketahanan fisik yang baik adalah kemampuan maksimal dalam memenuhi konsumsi oksigen yang ditandai dengan tingkat Volume Oksigen Maksimal (VO_2Max) (PavloviÄ, dkk., 2021: 2). VO_2Max adalah jumlah maksimum oksigen dalam milliliter, yang dapat digunakan dalam satu menit per kilogram berat badan (Auliadina, dkk., 2019: 2; Buttar, dkk., 2019: 25; Ashfaq, dkk., 2022: 1; Festiawan, dkk., 2021: 20). Orang yang kebugarannya baik mempunyai nilai VO_2Max yang lebih tinggi dan dapat melakukan aktivitas lebih kuat dari pada mereka yang tidak dalam kondisi baik.

Sepak bola merupakan salah satu cabang olahraga dinamis yang membutuhkan kondisi fisik yang prima. Fisik yang prima adalah syarat dasar yang harus dimiliki pemain sepak bola, karena dalam permainan sepak bola dituntut untuk berlari setiap saat untuk mengejar, menggiring, merebut bola dari lawan, bergerak ke segala arah dengan cepat, menggerakkan kaki dan tangan serta kepala dengan tepat, dan melompat dengan tepat. Sebagaimana mestinya, pemain sepak bola harus mempunyai VO_2Max yang baik karena harus berlari kesana kemari di lapangan dengan ukuran 64-75 meter dan panjang 100-110 meter (Modric, dkk., 2020: 3; Amirudin & Abdillah, 2020: 117).

Tuntutan energi dalam jumlah banyak itu akan diproduksi melalui sistem aerobik yang memerlukan oksigen, oleh karena itu tinggi rendahnya daya tahan seorang pemain sepak bola tergantung dari tinggi rendahnya kapasitas oksigen maksimal atau VO_2Max , jadi hal itu dapat dilakukan dengan latihan yang menggunakan sistem volume tinggi dan intensitas yang rendah. Tinggi rendahnya VO_2Max , maka sangat berpengaruh terhadap kondisi fisik atau kebugaran jasmani pemain sepak bola. Bagi pemain sepak bola semakin baik kualitas faktor-faktor tersebut maka semakin baik dan tinggi pula VO_2Max pemain tersebut, sehingga tingkat daya tahan juga baik yang pada akhirnya seorang pemain sepak bola memiliki tingkat kebugaran jasmani yang tinggi pula. Sebaliknya, jika pemain sepak bola memiliki daya tahan yang rendah, maka pemain akan mengalami kelelahan yang mengakibatkan emosi yang tidak stabil, kurang konsentrasi, dan tidak fokus pada permainan (Rico-González, dkk., 2021: 568).

Pendapat Yustika (2018: 22) bahwa dalam 90 menit pertandingan sepak bola seorang pemain dapat mendekati anaerobik *threshold/maximal lactate steady state* (intensitas latihan tertinggi dimana produksi dan pembuangan asam laktat setara: normalnya diantara 80-90% dari *HR max* pemain sepak bola). Nilai dari HR saat pertandingan/latihan berujung kepada overestimasi pengambilan oksigen, karena beberapa faktor seperti dehidrasi, hipertermia dan stres mental meningkatkan denyut jantung tanpa berefek kepada pengambilan oksigen. Apabila faktor-faktor di atas diperhitungkan pemeriksaan denyut jantung selama pertandingan mengindikasikan bahwa rata-rata pengambilan oksigen adalah sekitar 70% dari VO_2Max .

Pada olahraga sepak bola, selama ini masih ada pelatih yang memberikan penilaian terhadap tingkat kemampuan fisik hanya didasarkan pada pengamatan pelatih saat proses latihan berlangsung, lalu rekap hasil latihan juga masih manual. Sebagai akibatnya, unsur subjektivitas atau hasil menduga-duga dalam penilaian masih sangat dominan. Hal ini menyebabkan tingkat validitas pengukuran secara manual sangat rendah, maka perlu adanya sistem yang dapat merekap hasil latihan fisik agar terdokumentasi dengan baik.

Berdasarkan hasil observasi pada bulan Januari 2022 di Sekolah Sepak bola yang berada di Yogyakarta, semua pelatih atau 10 pelatih menyatakan bahwa VO_2Max merupakan kondisi fisik yang penting dimiliki oleh setiap pemain. VO_2Max masih menjadi salah satu kondisi fisik yang disisipkan dalam setiap latihan. Porsi latihan *endurance* disamakan dalam satu tim mulai dari durasi, frekuensi dan intensitasnya, padahal setiap pemain mempunyai kondisi fisik yang

berbeda-beda. Pelatih masih menggunakan cara manual, yaitu dengan cara menyuruh pemain untuk menghitung denyut nadi ketika berhenti latihan kemudian pelatih melihat jam tangan sebagai alat untuk melihat waktu dan pemain mulai menghitung detak nadi dengan mencari detak nadi yang ada di pergelangan tangan atau bagian leher. Pelatih tidak menggunakan atau mempunyai alat deteksi nadi, seperti gelang deteksi nadi yang ada di *smartwatch*. Hal tersebut diungkapkan karena harga masih terlalu tinggi dan cukup memberatkan bagi pelatih.

Atas dasar masalah yang ditemukan pada saat observasi, peneliti melakukan riset untuk mengembangkan alat pendeteksi nadi dengan harga yang terjangkau. Salah satu indikator untuk menentukan kemampuan olahraga dapat dilakukan dengan cara memantau detak jantung olahragawan. Saat ini penggunaan perangkat komersial seperti *Apple Watch*, *Garmin*, *Fiblit Blaze*, dan *Tom Tom Spark Cardio*. Perangkat tersebut merupakan salah satu perangkat untuk mendeteksi detak jantung namun perangkat tersebut memiliki harga yang mahal serta untuk mengakses data pada database tidak memungkinkan (Hidayat, dkk., 2019: 87).

Penggunaan komputer di masa datang mampu mendominasi pekerjaan manusia dan mengalahkan kemampuan komputasi manusia seperti mengontrol peralatan jarak jauh menggunakan media internet. Perkembangan teknologi informasi sekarang ini ditandai oleh hadirnya *Internet Of Things* (IoT). IoT merupakan perkembangan keilmuan yang sangat menjanjikan untuk mengoptimalkan kehidupan berdasarkan sensor cerdas dan peralatan pintar yang

bekerjasama melalui jaringan internet (Ghazal, dkk., 2021: 218; Rejeb, dkk., 2022: 2; Tabaa, dkk., 2020: 430; Popa, dkk., 2019: 374). Perkembangan pada perangkat komunikasi dalam paradigma IOT berkembang begitu pesat dalam dua tahun terakhir dengan peningkatan penggunaan sensor di setiap aspek kehidupan, sehingga membentuk jaringan-jaringan berbasis sensor. Selain itu, didukung dengan perkembangan teknologi komunikasi nirkabel yang mempermudah pengiriman data dengan aksesabilitas yang tinggi seperti Bluetooth, WiFi, ZigBee, dan GSM (Yundra, 2019: 2).

IoT memungkinkan pengguna mengelola dan mengoptimalkan elektronik dan peralatan listrik yang menggunakan internet. IoT merupakan layanan internet yang terintegrasi dengan pemanfaatan jenis sensor tertentu, hal ini juga memungkinkan pemantauan faktor manusia termasuk bagi kesehatan (Gupta, dkk., 2019: 425), kebugaran (Passos, dkk., 2021: 2), perilaku (Dhiman, dkk., 2021: 2), dan data lain yang berguna dalam meningkatkan kualitas hidup individu sehari-hari. Tujuan utama dari IOT sebagai sarana yang memudahkan dalam pengawasan, pemberian dosis, dan penentuan intensitas latihan *endurance* pada olahraga sepak bola ini sangat memungkinkan untuk digunakan dalam proses latihan.

Beberapa penelitian sebelumnya diantaranya dilakukan oleh Prasetyo, dkk., (2022) hasil data yang didapat dari pengujian setiap sampel yaitu memiliki rentang 60 bpm dan maksimal 120 bpm. Hal ini menunjukkan bahwa sistem telah dapat mengukur sesuai spesifikasi batas pengukuran detak jantung sistem yaitu dari 50 bpm sampai dengan 200 bpm. Dari hasil pengujian juga, nilai akurasi rata-rata

sistem perekam detak jantung jika dibandingkan dengan *oxymeter* relatif kecil yaitu 1-2 bpm. Penelitian Masykuroh, dkk., (2021) bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring tanda-tanda vital pasien dari jarak jauh berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem monitoring ini dirancang menggunakan Arduino Uno dan NodeMCU ESP8226. Sistem ini terhubung ke aplikasi melalui jaringan WiFi. Berdasarkan hasil ujicoba diperoleh nilai *error heart* BPM 1,05-3,80% dan *error heart* sensor suhu 0,30-0,69 %. Sistem ini telah berhasil melakukan pengiriman data dari *end device* yang ditampilkan oleh *application smartphone* menggunakan protokol komunikasi WiFi secara akurat.

Berdasarkan kajian di atas peneliti ingin mengembangkan gelang deteksi nadi berbasis IOT untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola, sehingga pelatih akan lebih mudah memantau perkembangan fisik atlet melalui aplikasi yang ada pada *smartphone* pelatih. Alat ini nantinya dapat dijangkau oleh semua kalangan baik klub amatir ataupun klub profesional. Berdasarkan hal tersebut, penulis berinisiatif akan melakukan penelitian yang berjudul “Pengembangan Gelang Deteksi Detak Nadi Berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk Latihan *Endurance* pada Cabang Olahraga Sepak bola”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Masih ada pelatih yang memberikan penilaian terhadap tingkat kemampuan fisik hanya didasarkan pada pengamatan pelatih saat proses latihan berlangsung, lalu rekap hasil latihan juga masih manual.

2. Unsur subjektivitas atau hasil menduga-duga dalam penilaian masih sangat dominan.
3. Tingkat validitas pengukuran secara manual sangat rendah, maka perlu adanya sistem yang dapat merekap hasil latihan fisik agar terdokumentasi dengan baik.
4. Pelatih tidak menggunakan atau mempunyai alat deteksi nadi, seperti gelang deteksi nadi yang ada di *smartwatch*.
5. Masih ada pelatih khususnya pada klub amatir tidak dapat menjangkau harga dari alat deteksi denyut nadi yang sudah ada.
6. Diperlukannya alat bantu bagi pelatih untuk menentukan porsi latihan dan memantau kondisi pemain pada saat proses latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah di atas, maka perlu adanya pembatasan masalah guna menghindari penafsiran yang berbeda-beda, maka penelitian ini dibatasi pengembangan gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things (IoT)* untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola. Latihan *endurane* dibatasi pada latihan daya tahan aerobik minimal aktivitas selama 3 menit. Produk yang dikembangkan masih berupa kerangka dasar.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah dan pembatasan masalah, maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu:

1. Bagaimanakah langkah-langkah mengembangkan gelang deteksi detak nadi berbasis IoT untuk latihan *endurance* sepak bola?
2. Bagaimanakah tingkat pencapaian kelayakan gelang deteksi detak nadi berbasis IoT untuk latihan *endurance* sepak bola?
3. Bagaimanakah validitas dan reliabilitas gelang deteksi detak nadi berbasis IoT untuk latihan *endurance* sepak bola?

E. Tujuan Pengembangan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui langkah-langkah pengembangan gelang deteksi detak nadi berbasis IOT yang layak untuk latihan *endurance* sepak bola.
2. Mengetahui tingkat pencapaian kelayakan gelang deteksi detak nadi berbasis IoT untuk latihan *endurance* sepak bola.
3. Mengetahui validitas dan reliabilitas gelang deteksi detak nadi berbasis IoT untuk latihan *endurance* sepak bola.

F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola. Spesifikasi produk yang dihasilkan dari penelitian pengembangan ini adalah sebagai berikut:

1. Gelang berukuran 2 cm.
2. Terdapat rangkaian-rangkaian alat seperti, arduino, sensor BPM, baterai, modul *charger* dan komponen pembantu lainnya.

3. Menggunakan teknologi IoT yaitu sistem yang dapat dihubungkan ke *smartphone* dengan bantuan sinyal dari jaringan wifi.
4. Aplikasi *Google* atau *Chrome* digunakan untuk menerima dan melihat data yang diberikan oleh gelang melalui sensor BPM.
5. Aplikasi yang sudah dimodifikasi mempunyai keunggulan dapat mencakup 10 atau lebih data denyut nadi (BPM) dari alat yang berbeda.

G. Manfaat Pengembangan

Adapun manfaat pengembangan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Secara Teoritis
 - a. Hasil penelitian ini akan memberikan sumbangan ilmu bagi dunia olahraga khususnya olahraga sepak bola.
 - b. Dapat menjadi bahan untuk kajian penelitian selanjutnya.
2. Secara Praktis
 - a. Sebagai alat bantu latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola.
 - b. Memberikan kualitas latihan yang baik bagi pelatih dan pemain.
 - c. Memudahkan pelatih dalam memberikan porsi latihan pada setiap pemain.

H. Asumsi Pengembangan

Dari beberapa produk yang sudah ada terdapat kelebihan dan kekurangan masing-masing. Berdasarkan itu peneliti akan mengembangkan gelang deteksi nadi untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola. Pengembangannya antara lain: (1) gelang disesuaikan dengan denyut nadi latihan setiap atlet, (2) pengaturan bisa disesuaikan dengan *coaching point* yang diterapkan pelatih

dengan mengacuh pada intensitas latihan, (3) pelatih mempunyai aplikasi yang dapat menerima data dari gelang, (4) harga lebih murah agar dapat dijangkau semua kalangan. Peneliti berasumsi pengembangan gelang deteksi nadi berbasis IoT untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola dapat menjadi alat bantu latihan *endurance*.
2. Memudahkan pelatih untuk memperoleh data perkembangan daya tahan setiap pemain.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Sepak bola

a. Pengertian Sepak bola

Sepak bola merupakan salah satu cabang yang digemari oleh masyarakat Indonesia. Olahraga ini sudah memasyarakat di kalangan bawah hingga kalangan atas. Di Indonesia olahraga sepak bola sudah dikenal berpuluh-puluh tahun, tetapi belum mampu bersaing di tingkat dunia. Saat ini di Indonesia, sepak bola mengalami perkembangan yang sangat pesat (Komarudin & Risqi, 2020: 1). Adi & Andiana (2020: 113) menyatakan bahwa sepak bola berasal dari dua kata yaitu “sepak” dan “bola”. Sepak atau menyepak dapat diartikan menendang (menggunakan kaki) sedangkan “bola” yaitu alat permainan yang berbentuk bulat berbahan karet, kulit atau sejenisnya.

Sepak bola adalah permainan untuk mencari kemenangan. Dimana menurut *FIFA Laws of the Game*, kemenangan ditentukan dengan cara cetak gol lebih banyak daripada kebobolan. Sepak bola dimainkan dengan 2 regu yang masing-masing regu beranggotakan 11 pemain dan juga pemain cadangan. Sepak bola merupakan suatu cabang olahraga yang dimainkan dengan 1 bola yang diperebutkan oleh 2 regu yang saling berhadapan, dengan tujuan mencetak gol ke gawang lawan sebanyak-banyaknya, dan mempertahankan gawang dari serangan lawan agar tidak kemasukan gol (Misbahuddin & Winarno, 2020: 215; Lames, dkk., 2018: 278; Low, dkk., 2020: 343).

Sepak bola merupakan suatu permainan yang dilakukan dengan cara menyepak bola, dengan tujuan memasukkan bola ke gawang lawan dan mempertahankan gawang sendiri agar tidak kemasukan bola (Aji, 2021: 23). Di dalam memainkan sepak bola, setiap pemain diperbolehkan menggunakan seluruh anggota badan, kecuali tangan dan lengan. Hanya penjaga gawang yang diperbolehkan menangkap bola dengan tangan, itu pun hanya dalam kotak penalti. Sepak bola merupakan permainan beregu yang tiap regunya terdiri tersebut 11 pemain. Pendapat Mora, dkk., 2021: 9) bahwa sepak bola dimainkan dalam dua babak (2x45 menit) dengan waktu istirahat 15 menit di antara dua babak tersebut. Mencetak gol ke gawang lawan merupakan tujuan dari setiap kesebelasan dinyatakan menang apabila dapat mencetak gol lebih banyak daripada lawannya ketika waktu berakhir.

Selaras dengan hal tersebut, Andriansyah & Winarno (2020: 14) menyatakan bahwa, “Sepak bola merupakan permainan beregu, masing-masing regu terdiri dari sebelas pemain dan salah satunya adalah penjaga gawang”. Permainan ini hampir seluruhnya menggunakan tungkai kecuali penjaga gawang yang dibolehkan menggunakan lengannya di daerah tendangan hukumannya. Mencapai kerjasama *team* yang baik diperlukan pemain-pemain yang dapat menguasai semua bagian-bagian dan macam-macam teknik dasar dan keterampilan sepak bola, sehingga dapat memainkan bola dalam segala posisi dan situasi dengan cepat, tepat, dan cermat artinya tidak membuang-buang energi dan waktu”. Permainan sepak bola bertujuan untuk mencetak gol sebanyak-banyaknya

dengan menggunakan bola kulit berukuran 27- 28 inci (Orangi, dkk., 2021: 3; O'Brien-Smith, dkk., 2021: 2).

Sepak bola merupakan olahraga yang dimainkan oleh dua tim, dimana masing-masing tim terdiri dari 11 orang pemain dan dimainkan dalam waktu 2 x 45 menit. Sepak bola merupakan salah satu cabang olahraga yang paling digemari di seluruh dunia yang bisa dimainkan oleh semua orang baik laki-laki maupun perempuan secara berkelompok (Rizqi & Arsila, 2021: 66). Masing-masing tim mempertahankan sebuah gawang dan mencoba menjebol gawang lawan. Permainan boleh dilakukan dengan seluruh bagian badan kecuali dengan kedua lengan (tangan). Hampir seluruh permainan dilakukan dengan keterampilan kaki, kecuali penjaga gawang dalam memainkan bola bebas menggunakan anggota badannya, baik dengan kaki maupun tangan. Jenis permainan ini bertujuan untuk menguasai bola dan memasukkan ke dalam gawang lawannya sebanyak mungkin dan berusaha mematahkan serangan lawan untuk melindungi atau menjaga gawangnya agar tidak kemasukan bola.

Centhini & Russel (2019: 2), menyatakan bahwa sepak bola dimainkan oleh dua regu dengan masing-masing regu terdiri dari 11 anggota termasuk penjaga gawang. Lamanya permainan dua babak (2x45 menit) dengan 15 menit istirahat. Bola dimainkan dengan seluruh anggota badan kecuali tangan. Setiap tim harus mempunyai jumlah anggota pemain yang sesuai dengan yang dimainkan jika dalam permainan tim tersebut masih tidak memenuhi jumlah pemain maka dapat dinyatakan bahwa pertandingan tersebut akan dihentikan dan dimenangkan oleh tim yang mempunyai anggota pemain yang lengkap.

Berdasarkan penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa sepak bola adalah suatu permainan beregu yang dimainkan masing-masing regunya terdiri dari sebelas orang pemain termasuk seorang penjaga gawang yang dimainkan dengan tungkai, dada, kepala kecuali penjaga gawang diperbolehkan menggunakan lengan dan tangan di area kotak penalti.

b. Teknik Dasar Sepak bola

Teknik dasar bermain sepak bola merupakan semua gerakan yang diperlukan untuk bermain sepak bola, dan untuk dapat bermain sepak bola dengan baik, seorang pemain perlu meningkatkan keterampilan teknik dasar sepak bola tersebut. Pendapat Mubarok, dkk., (2020: 2) bahwa teknik dasar bermain sepak bola meliputi teknik tanpa bola dan teknik dengan bola. Ditinjau dari pelaksanaan permainan sepak bola bahwa, gerakan-gerakan yang terjadi dalam permainan adalah gerakan-gerakan dari badan dan macam-macam cara memainkan bola. Pendapat Erfayliana & Wati (2020: 160); Dubois (2018: 4); Folgar & Crisfield (2021: 7) bahwa teknik dasar dalam sepak bola terdiri dari teknik menendang bola, menahan bola, menggiring bola, menyundul bola, gerak tipu, merebut bola, lemparan ke dalam, dan teknik penjaga gawang.

Teknik dasar sepak bola merupakan keterampilan ataupun kemampuan yang dimiliki seorang pemain untuk melakukan gerakan yang berhubungan dengan sepak bola. Pendapat Akhmad & Suriatno (2018: 48) bahwa dalam permainan sepak bola terdapat beberapa macam teknik dasar, yaitu mengoper bola (*passing*), menendang bola (*shooting*), menyundul bola (*heading*) dan menggiring bola (*dribbing*). Pendapat Slaidiņš & Fernāte (2021: 456); Abidin, dkk., (2018:

15); Clemente & Sarmiento, (2020: 101); Yiannaki, dkk., (2020: 147) bahwa teknik dasar yang perlu dimiliki oleh pemain sepak bola adalah menendang (*kicking*), menghentikan (*stopping*), menggiring (*dribbling*), menyundul (*heading*), merampas (*tackling*), lemparan ke dalam (*throw-in*), dan menjaga gawang (*goal keeping*).

Agar pemain dapat bermain dengan baik, maka salah satu hal yang harus dimilikinya adalah teknik bermain sepak bola yang baik dan benar. Adapun teknik dalam sepak bola meliputi teknik sepabola tanpa bola dan teknik sepak bola dengan bola. Seorang pemain yang menguasai teknik dasar bermain sepak bola yang baik, tentu akan mampu bermain sepak bola dengan baik pula. Yulianto (2021: 20) menyatakan bahwa untuk dapat bermain sepak bola yang baik pemain harus menguasai keterampilan teknik bermain sepak bola. Keterampilan teknik sepak bola ini akan sangat menunjang keterampilan dasar bermain sepak bola. Teknik dasar dan *skill* bermain sepak bola ada 5 yakni: (1) *controlling the ball*, (2) *passing*, (3) *dribbling*, (4) *shooting*, (5) *heading*, (6) *goalkeeping*. Lebih lanjut dikatakan bahwa tentang konstruksi bakat sepak bola menggunakan beberapa indikator, diantaranya adalah: “*passing, kicking for distance, shooting, dribbling, receiving, feinting, heading, tackling, ball sense dan playing ability*” (Dhapola, dkk., 2018: 21).

Berdasarkan beberapa pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa teknik dasar bermain sepak bola merupakan semua gerakan yang diperlukan untuk bermain sepak bola, dan untuk dapat bermain sepak bola dengan baik. Teknik dasar yang perlu dimiliki oleh pemain sepak bola adalah menendang (*kicking*),

menghentikan (*stopping*), menggiring (*dribbling*), menyundul (*heading*), merampas (*tackling*), lemparan kedalam (*throw-in*), dan menjaga gawang (*goal keeping*).

c. Komponen Kondisi Fisik Sepak bola

Bermain sepak bola selain membutuhkan kemampuan teknik, juga membutuhkan kemampuan kondisi fisik. Kondisi fisik adalah salah satu prasyarat yang sangat diperlukan dalam setiap usaha peningkatan prestasi seorang atlet, bahkan dapat dikatakan dasar landasan titik tolak suatu awalan olahraga prestasi (Ridwan, 2020: 66). Kondisi fisik merupakan syarat mutlak dalam meningkatkan prestasi seorang atlet, bahkan dapat dikatakan sebagai kebutuhan pokok yang tidak dapat ditunda-tunda atau ditawar-tawar lagi (Aminudin, dkk., 2020: 912).

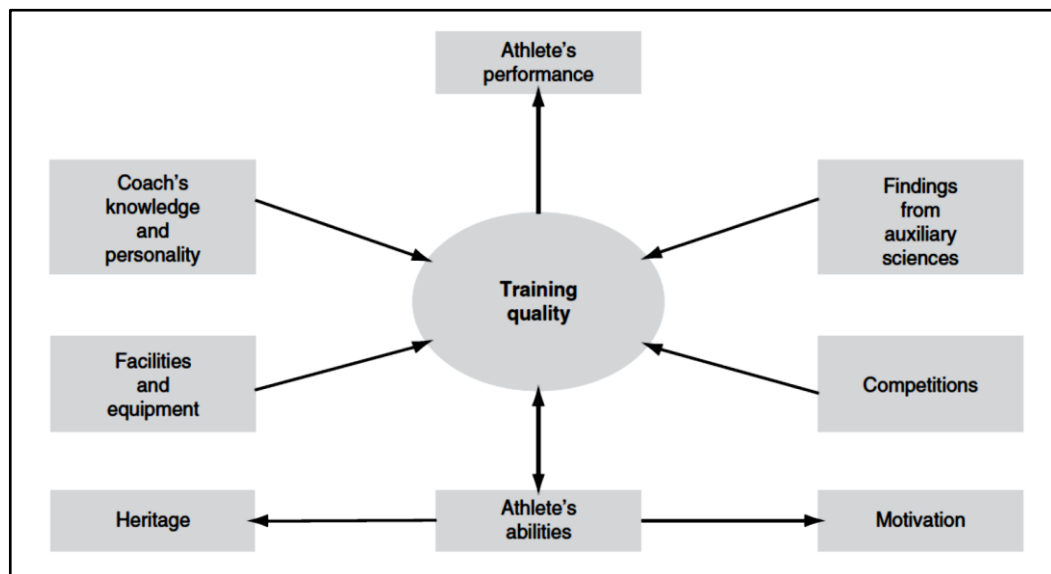
Alfaridhi & Nurrochmah (2021: 67) menyatakan kondisi fisik antara lain, daya tahan (*endurance*), kekuatan (*strenght*), kecepatan (*speed*), daya ledak (*power*), kelentukan (*fleksibelity*), kelincahan (*agility*), Koordinasi (*coordination*), dan keseimbangan (*balance*). Komponen kondisi fisik dalam sepak bola menurut Fatmala & Suafii (2019: 2) bahwa kondisi fisik yang diperlukan dalam permainan sepak bola adalah daya tahan aerobik dan daya tahan anaerobik, kelincahan, daya ledak, kecepatan, kelentukan, dan kekuatan. Adapun menurut Alsi & Yulifri (2019: 66) komponen kondisi fisik terdiri atas Kekuatan (*strength*), daya tahan (*endurance*), daya ledak (*muscular power*), kecepatan (*speed*), daya lentur (*flexibility*), kelincahan (*agility*), koordinasi (*coordination*), keseimbangan (*balance*), ketepatan (*accuracy*), reaksi (*reaction*).

2. Latihan

a. Pengertian Latihan

Keberhasilan dalam proses latihan sangat tergantung dari kualitas latihan yang dilaksanakan, karena proses latihan merupakan perpaduan kegiatan dari berbagai faktor pendukung. Emral (2017: 8) menyatakan bahwa istilah latihan berasal dari kata dalam bahasa Inggris yang dapat mengandung beberapa makna seperti: *practice*, *exercises*, dan *training*. Dalam istilah bahasa Indonesia kata-kata tersebut semuanya mempunyai arti yang sama yaitu latihan. Namun dalam bahasa Inggris kenyataannya setiap kata tersebut memiliki maksud yang berbeda-beda. Dari beberapa istilah tersebut, setelah diaplikasikan di lapangan memang tampak sama kegiatannya, yaitu aktivitas fisik.

Salah satu ciri dari latihan, baik yang berasal dari kata *practice*, *exercises*, maupun *training* adalah adanya beban latihan. Oleh karena diperlukannya beban latihan selama proses berlatih melatih agar hasil latihan dapat berpengaruh terhadap peningkatan kualitas fisik, psikis, sikap, dan sosial atlet, sehingga puncak prestasi dapat dicapai dalam waktu yang singkat dan dapat bertahan relatif lebih lama. Khusus latihan yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas fisik atlet secara keseluruhan dapat dilakukan dengan cara latihan dan pembebanan, yang dirumuskan. Adapun sasaran utama dari latihan fisik adalah untuk meningkatkan kualitas kebugaran energi (*energy fitness*) dan kebugaran otot (*muscular fitness*). Kebugaran energi meliputi peningkatan kemampuan aerobik intensitas rendah, intensitas sedang, maupun intensitas tinggi dan anerobik baik alaktik maupun yang menimbulkan laktik (Emral, 2017: 10).



Gambar 1. Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Latihan
(Sumber: Bompa & Haff, 2019: 8)

Berlatih dalam olahraga tidak hanya memberikan dampak positif pada gaya hidup umum tetapi juga meningkatkan fisiologis individu dan fungsi psikologis (Saleh, 2019: 12). Irianto (2018: 11) menyatakan latihan adalah proses mempersiapkan organisme atlet secara sistematis untuk mencapai mutu prestasi maksimal dengan diberi beban fisik dan mental yang teratur, terarah, meningkat dan berulang-ulang waktunya. Pertandingan merupakan puncak dari proses berlatih melatih dalam olahraga, dengan harapan agar atlet dapat berprestasi optimal. Untuk mendapatkan prestasi yang optimal, seorang atlet tidak terlepas dari proses latihan.

Latihan diartikan sebagai proses untuk mempersiapkan organisme pada atlet secara tersistematis guna mendapat mutu prestasi yang maksimal dengan pemberian beban pada fisik serta mental secara teratur, terarah, beringkat, dan berulang pada waktunya (Fahrizqi, dkk., 2021: 43). Latihan adalah merupakan suatu jenis aktivitas fisik yang membutuhkan perencanaan, terstruktur, dan

dilakukan secara berulang-ulang dengan maksud untuk meningkatkan atau mempertahankan satu atau lebih komponen kebugaran jasmani (Nasrulloh, dkk., 2018: 1).

Berdasarkan pada berbagai pengertian latihan di atas, dapat disimpulkan bahwa latihan adalah suatu bentuk aktivitas olahraga yang sistematis, ditingkatkan secara progresif dan individual yang mengarah kepada ciri-ciri fungsi fisiologis dan psikologis manusia untuk meningkatkan keterampilan berolahraga dengan menggunakan berbagai peralatan sesuai dengan tujuan dan kebutuhan cabang olahraga masing-masing. Dari beberapa istilah latihan tersebut, setelah diaplikasikan di lapangan memang nampak sama kegiatannya, yaitu aktivitas fisik. Pengertian latihan yang berasal dari kata *exercises* adalah perangkat utama dalam proses latihan harian untuk meningkatkan kualitas fungsi sistem organ tubuh manusia, sehingga mempermudah olahragawan dalam penyempurnaan gerakannya. Keberhasilan seorang pemain dalam mencapai prestasi dapat dicapai melalui latihan jangka panjang dan dirancang secara sistematis.

b. Prinsip Latihan

Prinsip latihan merupakan hal-hal yang harus ditaati, dilakukan atau dilaksanakan agar tujuan latihan dapat tercapai sesuai dengan yang diharapkan. Prinsip-prinsip latihan memiliki peranan penting terhadap aspek fisiologis dan psikologis atlet. Dengan memahami prinsip-prinsip latihan, akan mendukung upaya dalam meningkatkan kualitas latihan. Selain itu, akan dapat menghindarkan atlet dari rasa sakit dan timbulnya cedera selama dalam proses latihan. Adapun latihan adalah proses yang sistematis dari berlatih atau bekerja yang dilakukan

secara berulang-ulang dengan kian hari kian bertambah beban latihan dan pekerjaannya (Emral, 2017: 19). Dengan demikian, prinsip latihan merupakan sesuatu yang harus ditaati dalam mencapai tujuan latihan agar memperoleh prestasi optimal.

Prinsip-prinsip latihan meliputi prinsip beban bertambah (*overload*), prinsip spesialisasi (*specialization*), prinsip perorangan (*individualization*), prinsip variasi (*variety*), prinsip beban meningkat bertahap (*progressive increase of load*), prinsip perkembangan multilateral (*multilateral development*), prinsip pulih asal (*recovery*), prinsip reversibilitas (*reversibility*), menghindari beban latihan berlebih (*overtraining*), prinsip melampaui batas latihan (*the abuse of training*), prinsip aktif partisipasi dalam latihan, dan prinsip proses latihan menggunakan model (Arini, dkk., 2021: 69).

Sukadiyanto (2011: 18-23) menyatakan prinsip latihan antara lain: prinsip kesiapan (*readiness*), prinsip individual, prinsip adaptasi, prinsip beban lebih (*over load*), prinsip progresif, prinsip spesifikasi, prinsip variasi, prinsip pemanasan dan pendinginan (*warm up* dan *cool-down*), prinsip latihan jangka panjang (*long term training*), prinsip berkebalikan (*reversibility*), dan prinsip sistematis. Hasyim & Saharullah (2019: 52) menjelaskan secara rinci masing-masing prinsip-prinsip latihan, yaitu:

- 1) Prinsip Aktif dan Kesungguhan Berlatih

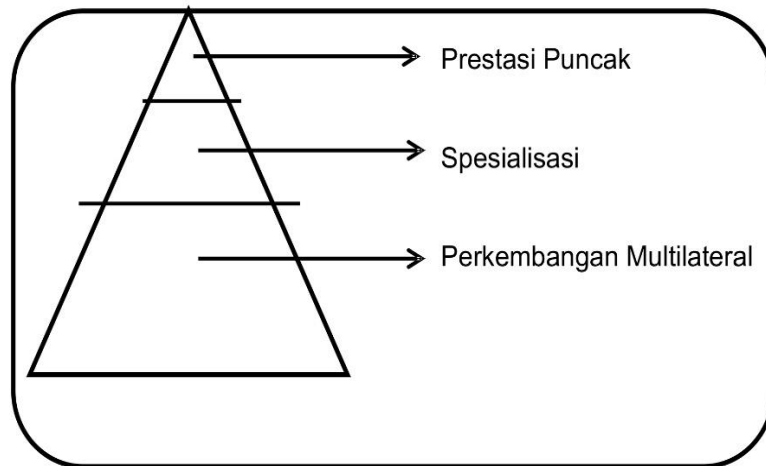
Seorang pelatih harus bersungguh-sungguh membantu dalam menggali dan meningkatkan potensi yang dimiliki oleh atlet baik secara individu maupun kelompok. Pelatih juga harus bersungguh-sungguh dalam menjalankan program

latihan, karena apa yang direncanakan tidak selalu menjadi kenyataan. Faktor terpenting untuk mencapai keberhasilan itu adalah kesungguhan dan keaktifan atlet dalam mengikuti latihan. Atlet yang aktif dan bersungguh-sungguh, dalam waktu luang yang dimilikinya di luar program latihan akan mengisinya dengan kegiatan yang tidak merugikan dirinya dan dapat menghambat prestasinya. Atlet akan selalu mengisi waktunya dengan hal-hal yang positif dan menghindari hal-hal yang negatif. Atlet yang aktif dan bersungguh-sungguh dalam latihan akan lebih sanggup dan mengerti aspek-aspek positif dan negatif dalam latihannya. Setiap program latihan yang dilaksanakan akan dilakukan dengan sungguh-sungguh karena ia telah mengerti apa yang lakukan, untuk apa ia lakukan itu. Oleh karena itu, akan selalu bersama-sama pelatihnya untuk mewujudkan tercapainya sasaran yang ingin dicapai, sesuai dengan rencana yang diharapkan.

2) Prinsip Perkembangan Menyeluruh

Seseorang pada akhirnya akan memilih dan mempunyai spesialisasi keterampilan, namun pada awal belajar sebaiknya melibatkan berbagai aspek kegiatan sehingga atlet akan memiliki dasar-dasar yang kokoh dan komplit, yang akan sangat membantu dalam mencapai prestasinya pada waktu yang akan datang. Pelatih harus menahan perkembangan yang sangat cepat di awal-awal latihan terutama menahan kecenderungan untuk perkembangan latihan ke arah spesialisasi yang sempit. Program perkembangan yang menyeluruh bukan berarti bahwa atlet akan selamanya mengikuti program, karena segera setelah atlet mulai dewasa dan cukup matang untuk memasuki tahap berikutnya maka sifat latihan

sudah mulai menuju ke arah spesialisasi, seperti gambar jenjang latihan olah raga berikut ini:



Gambar 2. Jenjang Latihan
(Sumber: Hasyim & Saharullah, 2019)

3) Prinsip Spesialisasi

Penerapan prinsip spesialisasi kepada atlet usia muda harus berhati-hati betul dan tetap mempertimbangkan bahwa perkembangan multilateral harus merupakan basis bagi perkembangan spesialisasi kecabangannya. Penerapan prinsip spesialisasi ini harus disesuaikan dengan umur atlet untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan, seperti kasus pelari maraton putri yang terancam mengalami keropos tulang menurut pemeriksaan medis, bisa jadi dikarenakan memaksakan spesialisasi latihan yang sangat berat yang diberikan pada usia sangat muda.

4) Prinsip Individualisasi

Setiap orang mempunyai perbedaan yang harus diperhatikan terutama dalam hal pemberian program latihan, tampaknya mereka mempunyai kemampuan prestasi yang sama. Oleh karena itu, seorang pelatih harus selalu

mengamati dan menilai keadaan atletnya dan segala aspek, agar dalam pemberian program pun tidak disamaratakan, mungkin dalam bentuk, volume, serta intensitasnya. Banyak hal yang harus dipertimbangkan dalam menilai status atlet yang dibina, seperti latar belakang sosial budaya, karakteristik pribadi, tingkat kesehatan dan lingkungan.

5) Prinsip Variasi

Untuk kegiatan olah raga yang memiliki unsur variasi yang minim akan membuat atlet cepat merasa bosan dalam melakukannya. Kebosanan dalam latihan akan merugikan terhadap kemajuan prestasinya. Seorang pelatih harus kreatif dalam menyajikan program latihannya, pelatih harus pandai mencari dan menerapkan variasi dalam latihan, misalnya dengan menggunakan alat bantu lain yang berbeda dari biasanya, menggunakan lapangan yang berbeda, dan sebagainya. Pada setiap periode latihan di mana latihan akan dirasakan semakin berat, maka variasi latihan harus betul-betul dikemas secara baik oleh pelatih agar atlet tetap bersemangat dalam menjalankan program latihan yang diberikan sehingga unsur daya tahan, kelincahan, koordinasi gerak, dan komponen kemampuan fisik lainnya akan tetap terpelihara.

6) Prinsip Model dalam Latihan

Dalam istilah umum, model merupakan sebuah tiruan, simulasi dari suatu kenyataan yang disusun dari suatu elemen-elemen yang khusus dari sejumlah fenomena yang dapat diawasi dan diselidiki oleh seseorang. Hal ini juga merupakan sebuah ilusi dari suatu bayangan atau gambaran yang diperoleh secara

abstrak yaitu suatu proses mental pembuatan generalisasi dan contoh yang nyata (sama dengan menggambarkan suasana pertandingan).

7) Prinsip Efisiensi

Meskipun sumber daya yang dimiliki banyak, namun prinsip efisiensi harus dilaksanakan dengan menyertakan efektivitas dalam pelaksanaannya. Pelaksanaan operasional prinsip efisiensi yaitu: (1) Tetapkan prioritas kebutuhan dan penghematan pengeluaran. (2) Tetapkan skala prioritas pelaksanaan kegiatan. (3) Tegaskan jumlah atlet binaan yang potensial untuk mencapai tujuan (misalnya dalam SEA GAMES), dengan memperhatikan kelayakan teknis. (4) Rawat alat-alat dan perlengkapan sebaik mungkin.

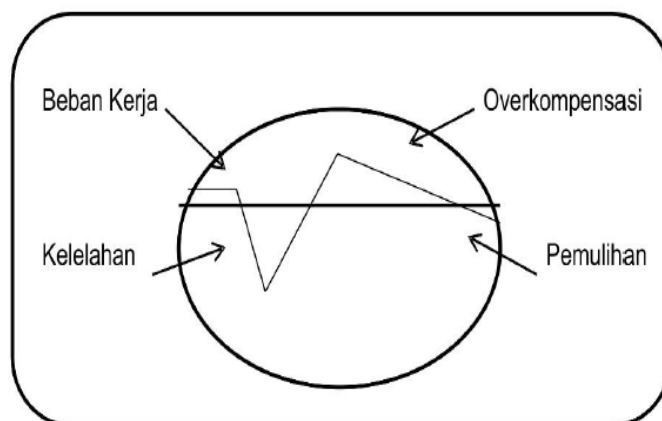
8) Prinsip Kesenambungan

Prestasi puncak dalam suatu cabang olahraga hanya akan dapat dicapai jika tuntutan beban kerja dapat dipenuhi secara teratur berkesinambungan. Pelaksanaan pelatihan yang terputus-putus, tidak teratur karena diselingi masa istirahat yang lama tidak akan menjamin tercapainya kemajuan prestasi. Beberapa faktor yang mempengaruhi ketidak kesinambungan pembinaan, antara lain:

- a) Atlet tidak fit dan sering sakit.
- b) Atlet lama istirahat karena cedera.
- c) Motivasi atlet rendah untuk berlatih.
- d) Kesibukan kerja atau sekolah.
- e) Kondisi organisasi, sehingga olah raga kurang mendukung.
- f) Dukungan infrastruktur dan dana yang minim.

- g) Pelaksanaan operasional prinsip kesinambungan yaitu: susun rencana program yang menjamin keteraturan berlatih, tingkatkan dan pantau keadaan kesehatan dan kebugaran atlet, cegah bahaya cedera, dan ciptakan atmosfer lingkungan yang mendukung semangat untuk berlatih.
- h) Sediakan infrastruktur olahraga yang memadai untuk berlatih
- 9) Prinsip *Overload*

Pelatihan merupakan proses kondisi antara pemberian beban kerja dan masa istirahat untuk pemulihan. Akibat pemberian beban kerja adalah kelelahan, dan akan disusul oleh proses pemulihan. Hanya melalui proses overload atau pembebanan yang selalu meningkat secara bertahap yang akan menghasilkan overkompensasi dalam kemampuan biologis, dan keadaan itu merupakan prasyarat untuk peningkatan prestasi.



Gambar 3. Kaitan Beban Kerja, Kelelahan, Pemulihan, dan Overkompensasi
(Sumber: Hasyim & Saharullah, 2019: 32)

- 10) Prinsip Kesiapan

Nilai latihan tergantung dari kesiapan secara fisiologis individu atlet dan kesiapan itu datang bersama dengan kematangan. Sebagai hasilnya sebelum masa pubertas seorang atlet biasanya secara fisiologis belum siap untuk menerima

latihan secara penuh. Untuk atlet pada masa prapubertas, latihan dalam bentuk aerobik dianggap lebih efektif dibanding pada anak remaja atau orang dewasa. Peningkatan dalam penampilan menjadi aktualisasi dari meningkatnya keterampilan secara efisien. Latihan anaerobik berhubungan dengan kematangan. Namun latihan kekuatan dianggap lebih efektif untuk atlet pada masa prapubertas daripada yang lainnya dengan sedikit mengubah ukuran otot.

Atlet yang belum dewasa lebih sedikit mampu untuk memanfaatkan latihan karena perbedaan dalam kematangan dapat berarti perbedaan dalam beberapa otot dan power, atlet yang belum dewasa sering kurang beruntung ketika mereka harus bersaing dengan atlet muda dewasa dalam kegiatan olahraga yang membutuhkan kontak tubuh. Kategori berat badan mengurangi keuntungan, tetapi tetap tidak menghilangkan kemampuan. Oleh karena itu latihan harus disesuaikan dengan kesiapan atletnya, baik dari usia, tingkat kemampuan dan kematangan.

11) Prinsip Pembinaan Seutuhnya

Prestasi terbaik hanya akan dapat dicapai bila pembinaan dapat dilaksanakan dan tertuju pada aspek-aspek pelatihan seutuhnya yang mencakup: kepribadian atlet, kondisi fisik, keterampilan teknik, keterampilan taktis, kemampuan mental. Kelima aspek itu merupakan satu kesatuan yang utuh. Jika salah satu terabaikan, berarti pelatihan tidak lengkap. Keunggulan pada salah satu aspek akan menutupi kekurangan pada aspek lainnya, dan setiap aspek akan berkembang dengan memakai metode latihan yang spesifik.

12) Prinsip Periodisasi

Pelatihan melibatkan proses pembebanan kerja, adaptasi dan kemudian kompensasi yang menghasilkan prestasi, maka program latihan harus direncanakan dengan memperhitungkan siklus tahap pembinaan yang disebut periodisasi. Prinsip dasar dari periodisasi adalah pembagian masa atau pentahapan latihan yang disesuaikan dengan waktu yang tersedia, sehingga dikenal siklus: Makro-siklus dalam program setengah atau satu tahun, Meso-siklus dalam program 3 hingga 6 minggu, Mikro-struktur siklus sesi pelatihan harian hingga mingguan.

Berdasarkan beberapa pendapat ahli tersebut dapat disimpulkan bahwa prinsip latihan antara lain; prinsip kesiapan (*readiness*), prinsip kesadaran (*awareness*) prinsip individual, prinsip adaptasi, prinsip beban lebih (*over load*), prinsip progresif, prinsip spesifikasi, prinsip variasi, prinsip latihan jangka panjang (*long term training*), prinsip berkebalikan (*reversibility*), prinsip sistematis, dan prinsip kejelasan (*clarity*).

c. Tujuan Latihan

Objek dari proses latihan adalah manusia yang harus ditingkatkan kemampuan, keterampilan, dan penampilannya dengan bimbingan pelatih. Oleh karena anak latih merupakan satu totalitas sistem psikofisik yang kompleks, maka proses latihan sebaiknya tidak hanya menitikberatkan kepada aspek fisik saja, melainkan juga harus melatih aspek psikisnya secara seimbang dengan fisik. Untuk itu aspek psikis harus diberikan dan mendapatkan porsi yang seimbang dengan aspek fisik dalam setiap sesi latihan, yang disesuaikan dengan periodisasi

ratihan. Jangan sampai proses latihan yang berlangsung hanya “merobotkan” manusia, akan tetapi harus memandirikan olahragawan, sehingga akan memanusiaikan manusia. Dengan demikian, diharapkan prestasi yang diaktualisasikan oleh anak latih benar-benar merupakan satu totalitas akumulasi hasil dari latihan fisik dan psikis (Emral, 2017: 12).

Setiap latihan pasti akan terdapat tujuan yang akan dicapai baik oleh atlet maupun pelatih. Tujuan utama dari latihan atau *training* adalah untuk membantu atlet meningkatkan keterampilan, kemampuan, dan prestasinya semaksimal mungkin. Dengan demikian prestasi atlet benar-benar merupakan satu totalitas akumulasi hasil latihan fisik maupun psikis. Ditinjau dari aspek kesehatan secara umum, individu yang berlatih atau berolahraga rutin, yaitu untuk mencapai kebugaran jasmani (Hidaya, dkk., 2022: 52).

Hasyim & Saharullah (2019: 56) menjelaskan bahwa tujuan umum latihan sebagai berikut:

- 1) Mencapai dan meningkatkan perkembangan fisik secara multilateral.
- 2) Meningkatkan dan mengamankan perkembangan fisik yang spesifik, sesuai dengan kebutuhan olah raga yang ditekuni.
- 3) Menghasilkan dan menyempurnakan teknik dari cabang olahraga tersebut.
- 4) Meningkatkan dan menyempurnakan teknik maupun strategi yang diperlukan.
- 5) Mengelola kualitas kemandirian.
- 6) Menjamin dan mengamankan persiapan individu maupun tim secara optimal.
- 7) Memperkuat tingkat kesehatan tiap atlet.
- 8) Mencegah cedera.
- 9) Meningkatkan pengetahuan teori.

Emral (2017: 13) menjelaskan sasaran dan tujuan latihan secara garis besar, antara lain untuk:

1) Meningkatkan kualitas fisik dasar secara umum dan menyeluruh

Dalam setiap proses latihan selalu berorientasi untuk meningkatkan kualitas fisik dasar secara umum dan menyeluruh' Kualitas fisik dasar ditentukan oleh tingkat kebugaran energi dan kebugaran otot. Kebugaran energi meliputi sistem aerobik dan anaerobik baik yang laktik maupun alaktik. Sedang kebugaran otot adalah keadaan seluruh komponen biomotor, yang meliputi: ketahanan, kekuatan, kecepatan, power, kelentukan, keseimbangan, dan koordinasi. Untuk semua cabang olahraga kualitas fisik dasar yang diperlukan hampir sama, sehingga harus ditingkatkan sebagai landasan dasar dalam pengembangan unsur-unsur fisik khusus.

2) Mengembangkan dan meningkatkan potensi fisik yang khusus

Latihan untuk meningkatkan potensi fisik khusus untuk setiap cabang olahraga, sarannya berbeda-beda satu dengan yang lain. Hal itu antara lain disesuaikan dengan kebutuhan gerak, lama pertandingan, dan predominasi sistem energi yang digunakan oleh cabang olahraga, sehingga akan mendukung olahragawan dalam menampilkan potensi kemampuan yang dimiliki.

3) Meningkatkan dan menyempurnakan teknik

Sasaran latihan di antaranya untuk meningkatkan dan menyempurnakan teknik yang benar. Sebab teknik yang benar dari awal selain akan menghemat tenaga untuk gerak, sehingga mampu bekerja lebih lama dan berhasil baik, juga merupakan landasan dasar menuju prestasi yang lebih tinggi. Dengan teknik dasar yang tidak benar akan mempercepat proses terjadinya stagnasi prestasi, sehingga

pada waktu tertentu prestasinya stagnasi (mentok), padahal semestinya masih dapat meraih prestasi yang lebih tinggi lagi.

4) Mengembangkan dan menyempurnakan strategi, taktik, dan pola bermain

Dalam latihan selalu mengajarkan strategi, taktik, dan pola bermain. Untuk dapat menyusun strategi diperlukan ketajaman dan kejelian dalam menganalisis kelebihan dan kekurangan baik anak latihnya sendiri maupun calon lawan. Sedang untuk mengajarkan taktik harus didahului dengan penguasaan teknik dan pola-pola bermain. Dengan latihan semacam ini akan menambah keterampilan dan membantu olahragawan dalam mengatasi berbagai situasi di lapangan, sehingga melatih kemandirian olahragawan.

5) Meningkatkan kualitas dan kemampuan psikis olahragawan dalam bertanding

Latihan harus melibatkan dan meningkatkan aspek psikis olahragawan. Sebab aspek psikis merupakan salah satu faktor pendukung dalam pencapaian prestasi maksimal, yang sering kali masih mendapatkan porsi latihan yang relatif sedikit daripada latihan teknik dan fisik. Aspek fisik juga memberikan sumbangan yang besar, tetapi umumnya sudah dipersiapkan jauh sebelum kompetisi, sehingga bila dites kemampuan fisik dan teknik sesuai parameter cabang olahraganya menjelang pertandingan rata-rata baik. Namun pada saat bertanding sering kali hasilnya belum memuaskan seperti hasil tes fisik dan teknik sebelum bertanding, hal itu disebabkan oleh perubahan keadaan psikis. Oleh karena pada saat pertandingan aspek psikis memberikan sumbangan yang terbesar hingga mencapai 90 persen.

Sukadiyanto (2011: 8) menyatakan bahwa tujuan latihan secara umum adalah membantu para pembina, pelatih, guru olahraga agar dapat menerapkan dan memiliki kemampuan konseptual dan keterampilan dalam membantu mengungkap potensi olahragawan mencapai puncak prestasi. Rumusan dan tujuan latihan dapat bersifat untuk latihan dengan durasi jangka panjang ataupun durasi jangka pendek. Untuk latihan jangka panjang merupakan sasaran atau tujuan latihan yang akan dicapai dalam waktu satu tahun ke depan. Tujuannya adalah untuk memperbaiki dan memperhalus teknik dasar yang dimiliki. Untuk latihan jangka pendek merupakan sasaran atau tujuan latihan yang dicapai dalam waktu kurang dari satu tahun. Untuk tujuan latihan jangka pendek kurang dari satu tahun lebih mengarah pada peningkatan unsur fisik. Tujuan latihan jangka pendek adalah untuk meningkatkan unsur kinerja fisik, di antaranya kecepatan, kekuatan, ketahanan, kelincahan, *power*, dan keterampilan cabang (Sukadiyanto, 2011: 8).

Selain latihan memiliki tujuan untuk jangka panjang dan jangka pendek. Sebuah sesi latihan memiliki sebuah tujuan umum yang mencakup berbagai aspek dalam diri olahragawan. Seorang pelatih dalam membina atlet pasti memiliki sebuah tujuan yang khusus maupun umum. Dalam latihan terdapat beberapa sesi latihan khusus yang bertujuan untuk meningkatkan beberapa aspek. Sesi latihan psikis bertujuan untuk meningkatkan maturasi emosi (Irianto, 2018: 63). Pendapat lain dikemukakan Harsono (2017: 39) bahwa tujuan serta sasaran utama dari latihan atau *training* adalah untuk membantu atlet untuk meningkatkan keterampilan dan prestasinya semaksimal mungkin. Untuk mencapai hal itu, ada 4

(empat) aspek latihan yang perlu diperhatikan dan dilatih secara seksama oleh atlet, yaitu; (1) latihan fisik, (2) latihan teknik, (3) latihan taktik, dan (4) latihan mental.

Berdasarkan beberapa pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa tujuan dan sasaran latihan adalah arah atau hasil akhir dari sebuah latihan. Tujuan dan sasaran latihan dibagi menjadi dua, yaitu tujuan dan sasaran jangka panjang dan jangka pendek. Mewujudkan tujuan dan sasaran tersebut, memerlukan latihan teknik, fisik, taktik, dan mental.

3. Daya Tahan VO₂ Max

a. Pengertian VO₂Max

Istilah daya tahan dalam dunia olahraga dikenal sebagai kemampuan organ tubuh olahragawan untuk melawan kelelahan selama berlangsungnya aktivitas atau kerja (Pageaux & Lepers, 2018: 12). Daya tahan merupakan salah satu komponen biomotorik yang sangat dibutuhkan dalam aktivitas fisik, merupakan salah satu komponen yang terpenting dari kesegaran jasmani. Daya tahan diartikan sebagai waktu bertahan yaitu lamanya seseorang dapat melakukan suatu intensitas kerja atau jauh dari keletihan (Bafirman & Wahyuni, 2019: 33).

Daya tahan yang baik, performa atlet akan tetap optimal dari waktu ke waktu karena memiliki waktu menuju kelelahan yang cukup panjang. Hal ini berarti bahwa atlet mampu melakukan gerakan, yang dapat dikatakan, berkualitas tetap tinggi sejak awal hingga akhir pertandingan. Daya tahan adalah kemampuan seseorang melaksanakan gerak dengan seluruh tubuhnya dalam waktu yang cukup

lama dan dengan tempo sedang sampai cepat tanpa mengalami rasa sakit dan kelelahan berat (Ninzar, 2018: 738).

Dalam dunia olahraga sering didengar dengan tingkat kebugaran atau daya tahan paru jantung, daya tahan kardiovaskuler. Kapasitas VO₂ Max setiap orang berbeda-beda, hal ini tidak serta merta diperoleh. Dibutuhkan olahraga teratur selama jangka waktu yang lama, sedangkan adaptasi latihan dengan adaptasi peningkatan VO₂ Max masing-masing individu tidak sama. Ditemukan bahwa kinerja dan penggunaan VO₂ Max berhubungan dengan kemampuan VO₂ Max (Fatmala & Syafii, 2019: 2).

Daya tahan adalah kondisi tubuh yang mampu untuk berlatih dalam waktu yang lama, tanpa mengalami kelelahan yang berlebihan setelah menyelesaikan latihan tersebut (Lundberg & Howatson, 2018: 22). Daya tahan jantung dan paru-paru adalah kesanggupan sistem jantung, paru-paru dan pembuluh darah untuk berfungsi secara optimal saat melakukan aktivitas sehari-hari, dalam waktu cukup lama tanpa mengalami kelelahan yang berarti (Indrayana & Yuliawan, 2019: 41). Syroyyudin, dkk., (2021: 64) menyatakan bahwa daya tahan ini juga sangat penting untuk menunjang kerja otot dengan mengambil oksigen dan mengeluarkan ke otot yang aktif. Daya tahan terdiri dari daya tahan jantung paru dan daya tahan otot (Menz, dkk., 2019).

Daya tahan yang kuat juga akan menjaga permainan atlet agar tetap dalam kondisi fisik yang baik. Daya tahan VO₂ Max merupakan salah satu komponen kondisi fisik yang dapat menunjang segala komponen saat mengikuti latihan agar bisa mengikuti latihan-latihan ataupun kegiatan tanpa merasakan kelelahan

(Grzebisz-Zatońska, dkk., 2022: 3). VO_2 Max menggambarkan tingkat efektifitas badan untuk mendapatkan oksigen, lalu mengirimkannya ke otot-otot serta sel-sel lain dan menggunakannya dalam pengadaan energi, dimana pada saat bersamaan tubuh membuang sisa metabolisme yang dapat menghambat aktivitas fisik (Hardiansyah, 2020: 224).

Daya tahan kardiovaskular didefinisikan sebagai kemampuan paru, jantung dan pembuluh darah untuk menyampaikan sejumlah oksigen dan zat-zat gizi kepada sel-sel untuk memenuhi kebutuhan aktivitas fisik yang berlangsung dalam waktu yang cukup lama (Baranauskas, dkk., 2020: 67). Selama melakukan kegiatan fisik, sejumlah energi yang lebih besar diperlukan oleh tubuh. Sebagai akibatnya jantung, paru dan pembuluh darah lebih banyak lagi menyampaikan oksigen kepada sel-sel untuk menyuplai kebutuhan energi yang diperlukan selama kegiatan tersebut berlangsung (Mirfa'ani & Nurrochmah, 2020: 139).

VO_2 Max diperlukan seluruh tubuh untuk dapat melakukan aktivitas yang berlangsung dengan waktu yang lama. Daya tahan VO_2 Max merupakan daya tahan yang berhubungan dengan peredaran darah dan pernapasan, sedangkan daya tahan otot merupakan latihan yang berhubungan dengan masa otot dan kekuatan otot (Nugroho, 2021: 30). Kadar VO_2 Max setiap seseorang berbeda-beda tergantung pada tingkat keterlatihan orang tersebut. Tingkat VO_2 Max sangat berdampak terhadap olahraga jenis aerobik, dimana olahraga jenis aerobik menggunakan oksigen dalam proses metabolisme energi di dalam tubuh. VO_2 Max digunakan per menit, maka dalam pengukuran tingkat volume total oksigen seseorang selalu menggunakan satuan liter per menit atau cc per kg berat badan

(BB) per menit (Pratama & Kushartanti, 2018: 310). VO_2 Max ini adalah suatu tingkatan kemampuan tubuh yang dinyatakan dalam liter per menit atau milliliter/menit/kg berat badan (Harahap, dkk., 2020: 2).

Volume Oksigen Maksimal (VO_2 Maks) adalah volume oksigen terbesar yang dapat dikonsumsi oleh tubuh dalam jangka waktu tertentu (ml/kg.BB/menit). Prestasi pada tingkat VO_2 Maks, hanya bisa dipertahankan untuk waktu singkat, paling lama hanya bisa dipertahankan untuk beberapa menit saja. Selama melakukan beban kerja dengan maks, penyediaan energi terjadi dengan proses aerob dan anaerob. Kapasitas penyediaan energi anaerob itu terbatas, maka orang yang melaksanakan tes ini dipaksa untuk berlari lebih perlahan, bersepeda dengan kecepatan lebih rendah, beban yang harus dipertahankan cukup lama harus diusahakan agar berada sedikit di bawah VO_2 Maks. Pengaruh latihan, maka VO_2 Maks akan meningkat yang lebih penting adalah kenyataan, bahwa karena pengaruh latihan, energi pada beban yang meningkat bisa disediakan melalui proses aerob, dengan demikian penyediaan energi anaerob baru terjadi ketika beban kerja ada di atas persentase VO_2 Maks (Bafirman & Wahyuni, 2019: 58)

Pendapat Rustiawan (2020: 15) bahwa daya tahan jantung dan paru-paru dapat ditingkatkan melalui latihan yang berlangsung pada jarak yang jauh dan waktu yang cukup lama seperti naik ke puncak gunung, lintas alam (*cross country*), renang jarak jauh (*long swimming*), dan lari jarak jauh (*long running*). VO_2 Max adalah jumlah oksigen maksimal dalam mililiter yang digunakan oleh seseorang dalam satu menit tiap kilogram berat badan. VO_2 Max mengukur kapasitas jantung, paru, dan darah untuk mengangkut oksigen ke otot yang

bekerja dan mengukur penggunaan oksigen oleh otot selama latihan (Kang, dkk., 2022: 2; Milošević, dkk., 2018: 201; Lee & Zhang, 2021: 259).

Seseorang yang memiliki nilai $VO_2\text{Max}$ lebih tinggi mampu berlatih lebih intensif daripada yang tidak dalam kondisi baik. $VO_2\text{Max}$ adalah ambilan oksigen selama eksersi maksimum. $VO_2\text{Max}$ dinyatakan dalam liter/menit. Untuk meningkatkan $VO_2\text{Max}$ program pelatihan harus dapat dilakukan secara cermat, sistematis, teratur dan selalu meningkat, mengikuti prinsip-prinsip serta metode latihan yang akurat agar tercapai tujuan yang diharapkan (Multazam, dkk., 2020: 2). Latihan daya tahan dipengaruhi dan berdampak pada kualitas sistem kardiovaskular, pernapasan dan sistem peredaran darah. Oleh karena itu faktor yang berpengaruh terhadap daya tahan adalah kemampuan maksimal dalam memenuhi konsumsi oksigen (Relida, dkk., 2022: 30).

Pendapat Romadhoni, dkk., (2018: 44) bahwa kemampuan $VO_2\text{ Max}$ adalah kemampuan daya aerobik terbesar yang dimiliki seseorang. Hal ini ditentukan oleh jumlah zat asam (O_2) yang paling banyak dapat dipasok oleh jantung, pernapasan, dan hemohidro limpatik atau *transport* O_2 , CO_2 , dan nutrisi pada setiap menit. Mengukur $VO_2\text{ Max}$ dapat digunakan adalah tes lari multi tahap (*bleep test*), selain dapat menghemat waktu serta biaya, tes ini juga tidak membutuhkan keterampilan khusus untuk melakukannya.

Sistem kardiovaskuler adalah sistem yang terdiri dari organ jantung, darah dan pembuluh darah untuk mengangkut oksigen. Penyerapan maksimal oksigen dapat merefleksikan kebugaran karena kardiovaskular bermanfaat untuk membawa oksigen untuk menghasilkan energi selama kelelahan fisik. $VO_2\text{Max}$ yang besar

berbanding lurus dengan kemampuan seorang olahragawan memikul beban kerja yang berat dalam waktu yang relatif lama. Hal ini disebabkan kapasitas aerobik yang dimiliki seorang olahragawan sangat terbatas, sehingga sulit untuk bertahan dalam memikul beban kerja/ latihan yang berat dengan hanya mengandalkan sistem anaerobik saja yaitu tanpa menggunakan oksigen apalagi dalam waktu yang cukup lama. Oleh sebab itu sistem aerobik yang bekerja hanya dengan pemakaian oksigen merupakan kunci penentu keberhasilan dalam olahraga ketahanan. VO_2Max yang besar juga juga mempercepat pemulihan setelah beraktivitas (Indrayana & Yuliawan, 2019: 43).

Sukadiyanto (2011: 123) menjelaskan bahwa VO_2 Max adalah kemampuan organ pernapasan guna menghirup oksigen sebanyak mungkin pada saat latihan. VO_2Max merupakan pengambilan oksigen selama kerja maksimal, biasanya dinyatakan dengan volume per menit (V) yang dapat dikonsumsi per satuan waktu tertentu. VO_2Max adalah tingkat kecepatan menggunakan oksigen dalam metabolisme aerobik maksimal (Sindall, 2020: 137).

Rizaldi, dkk., (2029: 32) menyatakan latihan yang baik untuk meningkatkan VO_2 Max adalah jenis latihan cardio atau aerobik, latihan yang memacu detak jantung, paru dan sistem otot. Latihan daya tahan dipengaruhi dan berdampak pada kualitas sistem kardiovaskular, pernapasan dan sistem peredaran darah (Nystoriak & Bhatnagar, 2018: 4). Latihan harus berlangsung dalam durasi yang relatif lama namun dengan intensitas sedang (Su dkk., 2019: 6). Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa meningkatkan VO_2 Max dapat dengan latihan pada intensitas detak jantung 65% sampai 85% dari detak jantung maksimum, selama

setidaknya 20 menit, frekuensi 3-5 kali seminggu (Irfan & Kasman, 2021: 178). Dari pendapat di atas maka dapat ditarik kesimpulan bahwa VO_2 Max merupakan kemampuan organ pernapasan dalam menghirup oksigen sebanyak mungkin secara maksimal pada saat sedang berolahraga.

b. Manfaat VO_2 Max

Tingkat kebugaran aerobik merupakan cerminan pola hidup seseorang. manfaat dari kebugaran aerobik akan membantu seseorang untuk mengerjakan aktivitasnya sehari-hari tanpa mengalami kelelahan yang berarti, sehingga pekerjaan tersebut dapat dilakukan secara efektif dan efisien. Taufikkurrachman, dkk., (2021: 197) menjelaskan bahwa manfaat kebugaran aerobik ialah meningkatkan pengeluaran kalori, meningkatkan metabolisme lemak, meningkatkan pemanfaatan lemak, berkurangnya lipid dalam darah, dan bertambahnya jaringan tanpa lemak. Dari penjelasan tersebut maka ada hubungan antara tingkat kebugaran (VO_2 Max) dengan metabolisme pembakaran lemak.

Bafirman & Wahyuni (2019: 60) menjelaskan bahwa manfaat VO_2 Maks adalah (1) sebagai modal dasar bagi seseorang atau atlet untuk mencapai prestasi terutama “*endurance events*”, (2) dapat menggambarkan kekuatan penggerak (*motor Power*), 3) mengakibatkan tertunda dari kelelahan, dan 4) akan lebih cepat pulih kesegaran fisik setelah beraktivitas. Pendapat lain yang dijelaskan oleh Irianto (2018: 57) bahwa salah satu pengaruh latihan olahraga ialah, peningkatan otot jantung, peningkatan stroke volume, penurunan detak jantung istirahat, peningkatan volume darah dan hemoglobin, dan bertambahnya pembuluh darah. Tingginya nilai VO_2 Max sangat tergantung oleh tiga fungsi sistem di dalam

tubuh, yaitu sistem pernapasan, sistem kardiovaskular, dan sistem muskuloskeletal.

Sistem pernapasan yaitu yang menentukan jumlah oksigen yang masuk ke dalam paru-paru dan ditransportasikan melalui darah. Firdausi & Sulistyarto (2021: 11) menjelaskan latihan aerobik (VO_2 Max) dapat bermanfaat dalam komponen kesehatan remaja obesitas, yaitu: meningkatkan kebugaran aerobik, *low density lipoprotein* dan trigliserida konsentrasi, tekanan darah sistolik, insulin puasa, dan glukosa, komposisi tubuh. Prinsip daya tahan adalah yang berintensitas rendah dilakukan dengan waktu yang cukup lama. Latihan ini dapat dikembangkan dengan latihan daya tahan otot lokal dan latihan daya tahan secara keseluruhan. Secara umum prinsip dasar latihan daya tahan otot lokal berdasarkan pada lamanya waktu yang dilakukan pada saat latihan. Latihan daya tahan dikelompokkan dalam: (1) Daya tahan dengan waktu pendek (sampai 2 menit). (2) Daya tahan dengan waktu menengah/średang (2-8 menit). (3) Daya tahan dengan waktu yang lama/panjang (8 menit atau lebih) (Bafirman & Wahyuni, 2019: 51).

Lebih lanjut Bafirman & Wahyuni (2019: 52) menjelaskan metode latihan daya tahan didasarkan atas metode: durasi, interval, repetisi dan kompetitif, yaitu:

1) Metode Durasi

Prinsip durasi adalah metode latihan daya tahan yang mempunyai ciri-ciri pembebasan yang membutuhkan waktu yang lama (tidak kurang dari 30 menit). Biasanya digunakan pada olahragawan tingkat menengah dan tinggi. Pada metode pembebanan dengan metode durasi ini seseorang atau atlet dituntut untuk meningkatkan kecepatan dengan harapan batas aerobik harus dicapai, batas aerobik dengan meningkatkan denyut nadi 150-170 per menit. Bentuk latihan meliputi metode alternatif dan fartlek.

2) Metode Interval

Metode interval didasarkan antara pembebanan dan istirahat. Pada saat istirahat antara pembebanan disebut interval, keadaan denyut nadi

harus berada antara 120-130 per menit. Bila dibandingkan dengan metode durasi maka metode interval dapat lebih memberikan intensitas volume yang lebih tinggi pada waktu latihan.

3) Metode Repetisi

Ciri-ciri metode repetisi latihan dilakukan dengan intensitas beban submaksimal (90-100%). Volume relatif rendah sedangkan repetisi atau ulangnya tidak kurang dari 10 kali. Pada intensitas yang tinggi pulih asal harus kembali sempurna dengan 3 menit atau lebih.

4) Metode Kompetitif

Metode kompetitif bisa disebut metode kontrol. Metode ini digunakan untuk pengecekan yang berhubungan dengan spesifikasi *endurance* (daya tahan yang spesifik untuk setiap cabang olahraga), biasanya digunakan untuk gerakan olahraga siklik, seperti pada cabang olahraga balap sepeda, renang, atletik dan sebagainya.

Berdasarkan pernyataan di atas dapat disimpulkan bahwa manfaat VO_2 Max yaitu meningkatkan pengeluaran kalori, meningkatkan metabolisme lemak, meningkatkan pemanfaatan lemak, berkurangnya lipid dalam darah, dan bertambahnya jaringan tanpa lemak

c. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi VO_2 Max

VO_2 Max seseorang dipengaruhi oleh beberapa faktor. Sitompul, dkk., (2021: 3) menyatakan faktor-faktor yang memengaruhi VO_2 Max antara lain jenis kelamin, usia, latihan fisik, suhu, fungsi kardiovaskuler, fungsi pulmonal, hemoglobin dalam sel darah merah, komposisi tubuh, dan ketinggian tempat. Nirwandi (2017: 20) menyatakan beberapa faktor yang mempengaruhi VO_2 Max adalah sebagai berikut:

- 1) Fungsi fisiologi yang terlibat dalam kapasitas konsumsi oksigen maksimal,
- 2) Jantung, dan paru dan pembuluh darah harus berfungsi dengan baik sehingga oksigen yang dihisap dapat masuk ke paru, selanjutnya sampai ke darah,
- 3) Proses penyampaian oksigen ke jaringan-jaringan oleh sel-sel darah merah harus normal, volume darah harus normal, jumlah sel-sel darah merah harus normal, dan konsentrasi hemoglobin harus normal serta pembuluh darah harus mampu mengalihkan darah dari jaringan-

jaringan yang tidak aktif ke otot yang sedang aktif yang membutuhkan oksigen lebih besar,

- 4) Jaringan-jaringan terutama otot, harus mempunyai kapasitas normal untuk mempergunakan oksigen yang sampai kepadanya. Dengan kata lain, harus memiliki metabolisme yang normal, begitu juga dengan fungsi mitokondria harus normal, seperti kita ketahui bahwa paru-paru yang sehat kemampuan mengkonsumsi oksigen tidak terbatas.

Sukadiyanto (2011: 64) menyatakan bahwa ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi nilai VO_2 Max dapat disebutkan sebagai berikut: (1) usia, (2) jenis kelamin, (3) suhu, (4) keadaan latihan. Semakin baik kualitas faktor-faktor tersebut, maka semakin baik dan tinggi pula tingkat VO_2 Max seseorang pemain, sehingga tingkat daya tahannya juga baik yang pada akhirnya pemain memiliki tingkat kesehatan dan kebugaran jasmani yang tinggi pula. Bafirman & Wahyuni (2019: 60) menjelaskan beberapa faktor yang menentukan VO_2 Maks antara lain: 1) fungsi jantung, paru dan pembuluh darah, 2) proses penyampaian oksigen ke jaringan oleh eritrosit, 3) fungsi jantung, 4) volume darah, 5) sel darah merah, 6) konsentrasi haemoglobin, 7) metabolisme di jaringan otot, 8) fungsi mitokondria, dan 9) enzim. Upaya-upaya meningkatkan VO_2 Maks antara lain; 1) upaya meningkatkan konsentrasi hemoglobin, 2) upaya menurunkan denyut nadi istirahat, dan 3) upaya menurunkan kadar lemak tubuh.

Indrayana & Yuliawan (2019: 42) menjelaskan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi VO_2 Max diantaranya adalah:

- 1) Jenis kelamin: setelah masa pubertas wanita dalam usianya yang sama dengan pria pada umumnya mampu nyai konsumsi oksigen maksimal yang lebih rendah dari pria,
- 2) Usia: pada usia 13–19 tahun perkembangan VO_2 Max anak akan lebih cepat karena hormon pertumbuhan lebih tinggi dibandingkan usia diatas 19 tahun,

- 3) Keturunan: seseorang yang memiliki keturunan dari orang tua yang memiliki kapasitas paru-paru yang besar maka akan menurun ke generasi selanjutnya,
- 4) Ketinggian: semakin tinggi tempat latihan maka tekanan oksigen yang ada semakin sedikit sehingga apabila berlatih pada dataran tinggi akan berbeda dengan berlatih pada dataran rendah,
- 5) Latihan: jenis latihan akan mempengaruhi perbedaan peningkatan VO_2 Max,
- 6) Gizi: kualitas gizi yang baik akan mempengaruhi kualitas latihan.

Lebih lanjut Indrayana & Yuliawan (2019: 42) menjelaskan faktor lain penentu VO_2 Max antara lain:

- 1) kapasitas paru: semakin tinggi volume paru, akan semakin mudah darah (Hb) dalam mengikat oksigen dan melepaskan carbon dioksida di paru,
- 2) kadar Hb: kadar Hb akan berfungsi untuk mengikat oksigen, yang kemudian diedarkan ke jaringan seluruh tubuh,
- 3) kualitas dan elastisitas pembuluh darah: pembuluh darah yang bersih dan elastis akan menentukan kualitas sirkulasi darah,
- 4) jantung: jantung yang mempunyai volume atau ruang yang besar pada atrium maupun ventrikel akan menghasilkan volume denyut yang lebih besar,
- 5) besar dan jumlah mitokondria: mitokondria sebagai tempat untuk berlangsungnya siklus krebs dan sistem *transport* elektron atau posporilasi oksidatif. Semakin banyak dan besar mitokondria pada setiap sel otot, maka penggunaan oksigen untuk membuat ATP akan dapat semakin cepat

Barus (2020: 108) menyatakan bahwa kapasitas aerobik maksimal (VO_2 Max) seseorang bisa dipengaruhi berbagai aktivitas fisik yang dijalankan ataupun melalui pola hidup sehari-hari. Hasil tersebut diartikan sebagian besar siswa mempunyai aktivitas dengan kategori sedang untuk mendukung aktivitas fisik yang akan dilakukan sehari-hari. Berdasarkan pernyataan di atas dapat disimpulkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi VO_2 Max seseorang di antaranya fungsi paru jantung, metabolisme otot aerobik, kegemukan badan, keadaan latihan, dan keturunan.

d. Cara Mengukur VO₂Max

Pengukuran VO₂Max dapat dilakukan dengan beberapa metode, salah satunya yaitu *multistage fitness test*. Metode ini menggunakan alat seperti corong untuk menandai jarak 20 meter dan petunjuk waktu untuk atlet mulai berlari. Nilai VO₂Max dapat ditentukan dari tabel *multistage fitness test* berdasarkan level dan balikan lari yang dicapai oleh atlet tersebut (Anggara & Subagyo, 2022: 622). Tes ini bertujuan untuk mengukur tingkat efisiensi fungsi jantung dan paru-paru (VO₂Max).

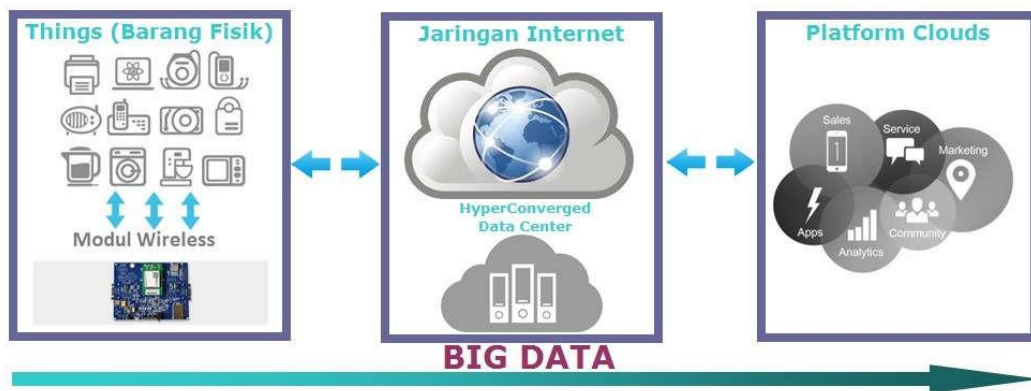
Cara untuk mengukur VO₂Max dengan menggunakan berbagai cara, dapat digunakan di dalam laboratorium atau di lapangan terbuka dengan fasilitas yang sederhana. Menurut Millah & Priana (2020: 156) macam-macam tes kebugaran jasmani (VO₂Max) yang sederhana mudah dilakukan diantaranya yaitu (1) Tes jalan lari 15 menit (Tes Balke), (2) *Multistage Fitness Test (Bleep Test)*, (3) Tes Kebugaran Jasmanai Indonesia (TKJI), (4) Tes Cooper 2,4 Km, (5) Tes Cooper 12 menit, (6) Naik Turun Bangku (*Harvard Step Test*).

Dari beberapa jenis metode pengukuran di atas dalam penelitian ini menggunakan *Multistage Fitness Stage (Bleep Test)*. Pertimbangan dalam memilih metode pengukuran ialah mudah dilakukan dan alat yang digunakan sederhana. sarana yang digunakan dalam pelaksanaannya yaitu (1) lintasan lari 20 meter, (2) *Cone*, (3) kaset/pita suara, (4) meteran, (5) kapur gamping). Sampel akan melakukan lari bolak balik dengan mengikuti irama mitronom dengan level yang akan semakin meningkat. Akan didapat batas akhir level kemampuan

(VO₂Max) sampel, setelah didapat nilai level tersebut, maka dikonversikan ke dalam norma yang ada.

4. *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) merupakan infrastruktur koneksi jaringan global, yang mengkoneksikan benda fisik dan vital melalui eksploitasi data *capture* dan teknologi komunikasi. Infrastruktur IoT terdiri dari jaringan yang telah ada dan internet berikut pengembangannya (Kavre, dkk., 2019: 2; Granell., dkk., 2020: 387; Smys, 2020: 181). Hal ini menawarkan identifikasi objek, identifikasi sensor dan kemampuan koneksi yang menjadi dasar untuk pengembangan layanan dan aplikasi kooperatif yang berdiri secara independen, juga ditandai dengan tingkat otonomi dan *capture* yang tinggi, event transfer, koneksitivitas pada jaringan dan juga interoperabilitas (Lisnawati, dkk., 2022: 2).



Gambar 4. Konsep *Internet of Things*
(Sumber: Setiadi & Muhaemin, 2018: 95)

IoT merupakan struktur dimana objek, orang disediakan dengan identitas eksklusif dan kemampuan untuk pindah data melalui jaringan tanpa memerlukan dua arah antara manusia ke manusia yaitu sumber ke tujuan atau interaksi manusia ke komputer. IoT merupakan perkembangan keilmuan yang sangat menjajikan

untuk mengoptimalkan kehidupan berdasarkan sensor cerdas dan peralatan pintar yang berkerjasama melalui jaringan internet. IoT, menjelaskan tentang sebuah perangkat jaringan yang terdiri dari benda-benda fisik seperti perangkat elektronik, *software*, sensor dan perangkat konektivitas untuk mencapai nilai yang lebih besar dan layanan yang lebih optimal (Stout & Urias, 2016: 2).

Internet of Things (IoT) dapat didefinisikan kemampuan berbagai *device* yang bisa saling terhubung dan saling bertukar data melalui jaringan internet (Noura, dkk., 2019: 769; Atlam, dkk., 2018: 41; Aazam, dkk., 2018: 46). *Internet of Things* merupakan sebuah konsep teknologi yang memungkinkan adanya sebuah pengendalian, komunikasi, kerjasama dengan berbagai perangkat keras, data melalui jaringan internet. Bisa dikatakan bahwa *Internet of Things* (IoT) adalah ketika menyambungkan sesuatu (*things*) yang tidak dioperasikan oleh manusia, ke internet (Ghosh, dkk., 2018: 208; Agiwal, dkk., 2019: 190; Javed, dkk., 2018: 20).

Namun konsep IoT bukan hanya terkait dengan pengendalian perangkat melalui jarak jauh, tapi juga bagaimana berbagi data, memvirtualisasikan segala hal nyata ke dalam bentuk internet, dan lain-lain. Manfaatnya menggunakan teknologi IoT yaitu pekerjaan yang dilakukan oleh manusia menjadi lebih cepat, mudah dan efisien. Dengan perkembangan IPTEK yang terus mengalami kemajuan di berbagai sektor, dan keinginan manusia yang ingin mendapat kemudahan di segala aktivitas, pada saat ini infrastruktur internet bukan hanya menghubungkan antar komputer atau antar ponsel pintar, melainkan sudah merambat ke berbagai benda-benda lain, disitulah teknologi IoT mampu

menghubungkan dari internet ke benda lain seperti mesin produksi, pendeteksi suhu dan kelembaban, serta berbagai sensor yang digunakan manusia (Adani & Salsabil, 2019: 92).

Komponen pengembangan gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola yang digunakan sebagai berikut:

a. Sensor BPM (*max 30100 pulse oximeter heart-rate sensor module*)

Sensor MAX30100 merupakan sensor produksi *Maxim Integrated* yang dapat mendeteksi laju detak jantung, suhu sekaligus oksigen dalam darah manusia. Sensor ini memiliki penolakan cahaya di sekitar sensor, sehingga memiliki *noise* yang rendah dan dilengkapi *photodetector* yang letaknya bersebelahan dengan sumber LED merah dan inframerah. Sensor ini biasanya digunakan untuk memonitoring kondisi tubuh secara berkala sebagai perangkat asisten kebugaran melalui perangkat-perangkat yang dapat menunjang sensor seperti *smartphone*, *interface*, tablet, dan lain-lain selama proses olahraga (Fissabila, dkk., 2020: 53).

Sensor *pulse* bekerja dengan cara memanfaatkan cahaya. Saat sensor ini diletakkan dipermukaan kulit, sebagian besar cahaya diserap atau dipantulkan oleh organ dan jaringan (kulit, tulang, otot, darah), namun sebagian cahaya akan melewati jaringan tubuh yang cukup tipis. Ketika jantung memompa darah melalui tubuh, dari setiap denyut yang terjadi, timbul gelombang *pulse* (jenis seperti gelombang kejut) yang bergerak di sepanjang arteri dan menjalar ke jaringan kapiler di mana sensor *pulse* terpasang. Sensor *pulse* dirancang untuk

mengukur *Inter Beat Interval* (IBI). IBI adalah selang waktu pada denyut jantung dalam mili detik dengan waktu momen sesaat dari jantung berdetak. BPM berasal setiap detak dari rata-rata setiap 10 kali IBI. Jadi, ketika mikrokontroler Arduino dinyalakan dan berjalan dengan sensor pulsa yang disambungkan ke pin analog 0, terus-menerus (setiap 2ms) membaca nilai sensor berdasarkan denyut jantung yang terukur. Pengukuran denyut nadi bisa menjadi hal yang sangat berguna, Sejak lama dokter telah menggunakan metode pengukuran denyut nadi untuk menentukan stres, relaksasi, tingkat kebugaran fisik, dan kondisi medis. Pada sensor *pulse* terdapat fitur yaitu sensor bisa bekerja dengan baik pada tegangan 5V dan 3.3V di mikrokontroler. Sensor memiliki ukuran yang kecil sehingga memudahkan dalam penggunaan. Terdapat kode warna kabel dengan terminal male 3 kawat (*ground*, *power*, *data*) konektor standar (Rozie, 2016: 2).

Prinsip kerja sensor MAX30100 saat mengumpulkan data adalah saat jari diletakkan pada sensor maka cahaya oleh LED merah dan LED inframerah dipancarkan, kemudian gelombang cahaya yang dipancarkan oleh LED inframerah akan diserap oleh darah dengan membutuhkan faktor adanya sejumlah besar oksigen. Jika oksigen dalam darah berkurang, gelombang cahaya LED merah akan menyerap lebih banyak cahaya inframerah daripada LED. Gelombang cahaya yang tidak diserap akan dipantulkan kembali dan dideteksi oleh *photodiode* (Damanik, 2021: 194). Sensor ini memiliki sumber LED merah dan inframerah dengan dilengkapi *photodetector* yang letaknya bersebelahan serta memiliki *noise* yang rendah dengan penolakan cahaya di sekitar sensor.

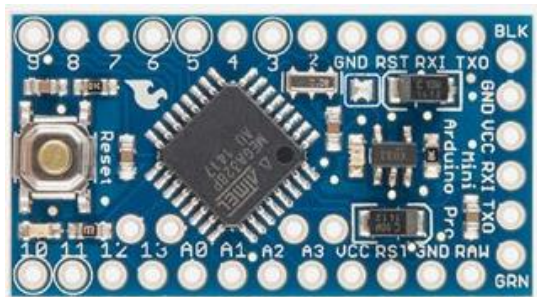
Gambar Sensor BPM (*max 30100 pulse oximeter heart-rate sensor module*) sebagai berikut:



Gambar 5. Sensor BPM (*max30100 pulse oximeter heart-rate sensor module*)
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

b. Arduino

Arduino dikatakan sebagai sebuah *platform* dari *physical computing* yang bersifat *opensource*. Pertama-tama perlu dipahami bahwa kata “*platform*” di sini adalah sebuah pilihan katayang tepat. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. Arduino IDE adalah *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java berdasarkan pengolahan *avr-gcc* dan perangkat lunak *open source* lainnya (Saro, dkk., 2018: 251).



Gambar 6. Arduino
(Sumber: <https://www.arduino.cc>)

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah teknologi komunikasi dengan koneksi jaringan global yang berinteraksi dengan memanfaatkan jaringan internet tanpa interaksi manusia dengan manusia atau manusia dengan komputer. Elemen utama yang terdapat pada IoT terdiri dari koneksi internet sebagai media komunikasi, bentuk fisik seperti modul sensor, nirkabel, maupun kode QR sebagai media media pengumpulan data, serta pusat data pada server untuk menyimpan data. Dengan ketiga elemen tersebut, IoT dapat dengan mudah mengidentifikasi objek dan modul sensor, serta kemampuan koneksi sebagai aplikasi kooperatif (Setiadi & Muhaemin, 2018: 95).

IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) IoT didefinisikan sebagai jaringan dengan masing-masing benda yang tertanam dengan sensor yang terhubung kedalam jaringan internet. Konsep IoT mencakup tiga elemen utama yaitu: benda fisik atau nyata yang telah diintegrasikan pada modul sensor, koneksi internet, dan pusat data server untuk menyimpan data ataupun informasi dari aplikasi. Penggunaan benda yang terkoneksi ke internet akan menghimpun data yang kemudian terkumpul menjadi '*big data*' untuk kemudian diolah, dianalisis baik oleh instansi pemerintah, perusahaan terkait, maupun instansi lain kemudian dimanfaatkan bagi kepentingan masing-masing.

Internet of Things (IoT) bekerja dengan memanfaatkan setiap perintah pemrograman untuk mendapatkan sebuah interaksi sesama mesin secara otomatis dalam cakupan jarak berapapun (Stark, dkk., 2020: 12). Implementasi yang dapat diterapkan menggunakan IoT terdapat pada beberapa bidang, diantaranya pada bidang keamanan yang memanfaatkan internet untuk mengontrol rumah, jalan,

dan gedung melalui CCTV (Reinfurt, dkk., 2019: 139). Pada bidang properti, dimanfaatkan melalui eskalator, sistem pendingin, sistem keamanan, kelistrikan, administrasi dengan menghubungkannya lewat internet yang dapat dikontrol dimana saja. Dalam bidang medis dan kedokteran, IoT dimanfaatkan sebagai pengontrol kondisi pasien melalui sensor detak jantung dan sensor lainnya yang langsung terhubung ke ruang pusat kontrol secara otomatis.

Teknologi ini ditemukan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999. Hingga saat ini, teknologi IoT sudah dikembangkan dan diaplikasikan. Salah satu produknya yang paling akrab adalah layanan *Global Positioning System* (GPS). Cara kerjanya setiap benda yang terhubung dengan internet bisa diakses kapan saja dan dimana saja. *Internet of things* adalah suatu konsep dimana objek tertentu mempunyai kemampuan untuk mentransfer data lewat jaringan tanpa memerlukan adanya interaksi dari manusia ke manusia ataupun dari manusia ke perangkat komputer (Gamara & Hendryani, 2019: 2).

Dijelaskan Rusnawati, dkk., (2022: 570) bahwa model komunikasi IoT sebagai berikut:

- a. *Device to Device Communications*
Merupakan dua atau lebih perangkat yang terhubung secara langsung dan berkomunikasi antara yang satu dengan yang lain, bukan melalui server aplikasi sementara. Perangkat ini berkomunikasi melalui berbagai jenis jaringan, termasuk jaringan IP atau internet.
- b. *Device to Cloud Communications*
Perangkat IoT terhubung secara langsung ke layanan cloud pada internet seperti penyedia layanan aplikasi untuk bertukar data dan mengontrol grafik.
- c. *Device to Gateway Model*
Device to Application Layer Gateway (ALG) menghubungkan perangkat IoT ke layanan ALG sebagai saluran untuk mencapai *cloud*. Dalam istilah sederhana, ada aplikasi *software* yang beroperasi pada perangkat *gateway local*.

d. *Back to End Data Sharing*

Model Merupakan arsitektur komunikasi yang memungkinkan pengguna untuk mengirimkan dan menganalisis objek data dari layanan cloud yang terkombinasi dengan data sumber lain.

Berdasarkan beberapa pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa IoT sebagai platform yang terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak yang berinteraksi secara mulus satu sama lain untuk menghubungkan hal-hal sehari-hari ke internet sehingga memungkinkan untuk mengumpulkan dan bertukar informasi.

5. Denyut Nadi

Denyut nadi adalah gelombang yang dirasakan pada arteri yang diakibatkan karena pemompaan dara oleh jantung menuju pembuluh dara. Denyut nadi dapat dirasakan atau diraba pada arteri yang dekat dengan permukaan tubuh, seperti arteri temporalis yang terletak di belokan mata kaki, arteri brakhialis yang terletak di depan lipatan sendi siku, arteri radialis yang terletak di depan pergelangan tangan, dan arteri karotis yang terletak di ketinggian tulang rawan tiroid (Wibowo & Falaahudin, 2019: 59). Frekuensi denyut nadi untuk orang normal jumlahnya sama dengan denyut jantung. Frekuensi denyut jantung dengan mudah dapat diukur dengan mengukur denyut nadi.

Denyut nadi merupakan rambatan dari denyut jantung yang dihitung tiap menitnya dengan hitungan repetisi (kali/permenit), dengan denyut nadi normal 60-100 kali/menit. Denyut nadi merupakan indikator untuk melihat intensitas olahraga yang sedang dilakukan. Dengan denyut nadi pemulihan adalah jumlah denyut nadi permenit yang diukur setelah istirahat 5 menit. Pengukuran ini diperlukan untuk melihat seberapa cepat kemampuan tubuh seseorang melakukan

pemulihan setelah melakukan aktivitas yang berat (Koesharawati, dkk., 2022: 386).

Nadi merupakan gelombang darah yang dihasilkan oleh kontraksi ventrikel kiri jantung. Frekuensi nadi digambarkan dalam satuan beat per menit (BPM). Frekuensi nadi bervariasi berdasarkan sejumlah faktor seperti usia, olahraga, demam, medikasi, stres atau faktor psikis, dan perubahan posisi. Normalnya, nadi dipalpasi (diraba) dengan memberi tekanan berkekuatan sedang menggunakan ketiga jari tengah. Permukaan jari paling distal merupakan area yang paling sensitif dalam mendeteksi nadi. Tekanan yang berlebihan akan menutupi nadi, sedangkan tekanan yang terlalu kecil tidak akan mampu mendeteksi nadi (Ratno, dkk., 2021: 37).

Berdasarkan hasil penelitian ternyata bahwa seseorang yang aktif melakukan olahraga (melakukan aktivitas dan latihan jasmani) tidak mudah terkena penyakit, terutama penyakit jantung koroner. Efek olahraga menurunkan frekuensi denyut jantung pada keadaan istirahat 80 kali/menit, setelah melaksanakan suatu program olahraga dapat menjadi 70 kali sampai 60 kali/menit berarti mengangkat 10-20 denyut jantung per menit.

Tabel 1. Jumlah Denyut Jantung per Menit terhadap Usia

Usia (Tahun)	Minimal (bpm)	Maksimal (bpm)	Rata-rata (bpm)
Baru Lahir	100	180	140
>1 tahun	80	160	120
1-3	80	130	105
3-6	80	120	100
6-12	65	100	83
12-18	60	90	85
19-69	60	100	80
> 70	60	100	80

(Sumber: Nawawiwetu & Lutfiya, 2020: 97).

Menghitung denyut nadi pemulihan selama melakukan aktivitas fisik olahraga sulit dilakukan, oleh karena itu denyut nadi latihan dihitung segera setelah orang berhenti/menghentikan olahraganya. Namun waktu yang tersedia hanya 5 menit, lebih dari waktu itu nadi latihan sudah menurun, sehingga bila terlambat menghitung denyut nadi maka nadi yang diperoleh tidak mencerminkan nadi latihan yang sebenarnya, tetapi lebih rendah. Akibat hal itu maka penilaian terhadap intensitas olahraga yang dilakukan menjadi keliru yaitu menjadi lebih rendah dari yang seharusnya, sehingga kemudian menaikkan intensitas olahraganya yang dapat menyebabkan intensitas itu menjadi lebih berat baginya.

Detak jantung maksimum adalah detak jantung tertinggi yang dicapai selama latihan. Nilai maksimal dapat ditentukan dengan menggunakan perhitungan untuk pria dan wanita sebagai berikut: (1) Perhitungan HR Max Pria $HR\ Max\ (Pria) = 206.9 - (0.67 \times Usia)$. (2) Perhitungan HR Max Wanita $HR\ Max\ (Wanita) = 206 - (0.88 \times Usia)$. Berdasarkan beberapa pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa denyut nadi merupakan rambatan dari denyut jantung yang dihitung tiap menitnya dengan hitungan repetisi (kali/permenit), dengan denyut nadi normal 60-100 kali/menit.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Manfaat dari penelitian yang relevan yaitu sebagai acuan agar penelitian yang sedang dilakukan menjadi lebih jelas. Beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Penelitian yang dilakukan Prasetyo, dkk., (2022) berjudul “Sistem Perekam Detak Jantung Berbasis *Internet Of Things* (IoT) dengan Menggunakan *Pulse*

Heart Rate Sensor”. Detak jantung merupakan bagian yang sangat vital bagi tubuh manusia, jika detak jantung melebihi batas maksimal akan sangat berbahaya bagi tubuh. Dibutuhkannya alat perekam detak jantung yang dapat menyimpan data hasil rekam detak jantung agar untuk memudahkan dalam mengontrol kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji sistem perekam detak jantung dengan perbandingan alat buatan pabrik yaitu *oxymeter*. Penelitian ini dimulai dari membuat tahapan kerangka kerja yang akan menjelaskan secara garis besar urutan yang akan dilakukan. Detak jantung meningkat pada saat setelah olahraga yaitu 114,4 bpm dibandingkan dengan saat makan 90,8 bpm dan saat santai 66,6 bpm. Hasil data yang didapat dari pengujian yaitu 60% (3 dari 5 orang) yang memiliki detak jantung yang sama baik menggunakan alat maupun menggunakan *oxymeter*. Nilai akurasi rata-rata sistem perekam detak jantung jika dibandingkan dengan *oxymeter* relatif kecil yaitu 1-2 bpm.

2. Penelitian yang dilakukan Masykuroh, dkk., (2021) berjudul “Rancang Bangun *Monitoring* Denyut Jantung dan Suhu Pasien Berbasis *Internet of Things*”. Kesehatan merupakan hal yang penting dalam kehidupan, dengan kondisi badan yang sehat memungkinkan dapat menjalankan aktivitas dengan baik. Kesehatan raga/badan dapat dilakukan dengan pengecekan tanda-tanda vital yang digunakan untuk mengetahui kondisi tubuh dan berguna dalam penanganan dari kondisi tersebut. Pemantauan pasien yang mengharuskan dokter mengunjungi satu per satu setiap hari. Tenaga medis yang harus senantiasa mengontrol kondisi pasien setiap saat terbatas jumlahnya adalah

permasalahan yang dialami hampir di setiap rumah sakit. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring tanda-tanda vital pasien dari jarak jauh berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem monitoring ini dirancang menggunakan Arduino Uno dan NodeMCU ESP8226. Sistem ini terhubung ke aplikasi melalui jaringan WiFi. Berdasarkan hasil ujicoba diperoleh nilai *error heart* BPM 1,05-3,80% dan *error heart* sensor suhu 0,30-0,69%. Sistem ini telah berhasil melakukan pengiriman data dari *end device* yang ditampilkan oleh *application smartphone* menggunakan protokol komunikasi WiFi secara akurat.

3. Penelitian yang dilakukan Gamara & Hendryani (2019) berjudul “Rancang Bangun Alat Monitor Detak Jantung Dan Suhu Tubuh Berbasis Android”. Jantung merupakan organ vital yang harus selalu dijaga kesehatannya. Bukan hanya hati, Suhu tubuh juga penting untuk mengontrol kondisi tubuh dengan lingkungan dan kenali gejala penyakit serius. Detak jantung dan suhu tubuh sangat penting parameter untuk mengetahui kondisi kesehatan seseorang. Pentingnya pemantauan ini dua parameter, sehingga membutuhkan alat pengukur yang mudah digunakan dan dibawa agar dapat selalu pantau nilai kedua parameter dalam batas normal. Tujuan dari ini penelitian adalah merancang dan membangun Denyut Jantung dan Suhu Tubuh berbasis Android Monitor. Metode yang digunakan adalah studi literatur, desain dan antarmuka alat, alat uji, dan menganalisis hasil tes. Detektor detak jantung dan suhu tubuh berbasis Arduino Nano menggunakan Sensor Max 30100 sebagai pengukur detak jantung dan sensor DS18B20 sebagai tubuh sensor

temperatur. Pembacaan sensor akan diproses oleh Arduino Nano yang akan ditampilkan pada LCD 16 x 2 dan Android. Hasil pengujian menunjukkan bahwa detak jantung dan tubuh alat pemantau suhu berfungsi dengan baik dengan nilai akurasi 99,1% untuk mengukur detak jantung dan 99,4% untuk mengukur suhu tubuh.

4. Penelitian yang dilakukan Utomo, dkk., (2019) berjudul “*The real-time vital sign monitor for heart rate and spo2 parameter using internet of things technology*”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan detak jantung dan Parameter SPO2 berbasis teknologi IOT. Detak jantung dan parameter SPO2 terdeteksi menggunakan sensor jari dan sensor oksimeter. Data digital dari sensor tersebut, selanjutnya diolah menggunakan mikrokontroler ESP8266. Dengan menggunakan modul Wi-Fi internal di ESP8266, tanda vital dikirim ke pengguna secara nirkabel ke ponsel atau monitor pusat menggunakan Aplikasi *Think Speak*, dari jarak jauh. Dalam percobaan ini, sensor ditempatkan pada jari saat pasien dalam posisi berdiri, berbaring atau duduk. Di posisi yang sama, parameter diperoleh sebanyak sepuluh kali. Beberapa analisis dilakukan untuk menemukan keakuratan pengukuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketidakpastian adalah 0,26 dan 0,04 untuk denyut jantung dan SPO2, masing-masing. Berdasarkan kalibrasi standar medis (<3%), parameter tersebut adalah layak untuk digunakan dalam pengukuran sistem medis. Statistik analisis uji-T untuk satu sampel independen dilakukan untuk mendapatkan perbedaan yang signifikan antara data. Nilai p adalah 0,118 dan 0,000 untuk denyut jantung dan SpO2,

masing-masing. Akhirnya, penelitian ini menyarankan bahwa sistem IOT dapat memantau parameter secara efektif.

5. Penelitian yang dilakukan Musayyanah & Susanto (2018) berjudul “Monitoring Target Heart Rate (THR) untuk optimalisasi latihan lari berbasis *Internet of Things*”. Olahraga merupakan salah satu Aktivitas rutin yang dilakukan oleh masyarakat, seperti olahraga yang melatih kardio atau denyut jantung. Kategori olahraga yang mudah dilakukan oleh masyarakat adalah olahraga lari, yang tidak membutuhkan teknik yang rumit dan tidak butuh biaya mahal untuk melakukannya. Aktivitas lari ini sangat mempengaruhi kondisi jantung, khususnya bagi pelari pemula dan atlet lari. Jika olahraga ini, tidak dipantau dengan baik oleh Pelatih atau *Personal Trainer*, maka mengakibatkan kematian. Sistem *Monitoring* yang mengintegrasikan *hardware* dengan *software* diterapkan untuk memudahkan proses *monitoring*. Pantauan yang dilakukan untuk nilai THR (*Target Heart Rate*) dengan menerapkan metode Karvonen. Integrasi *hardware* yang meliputi sensor *Grove Finger ClipHeart Rate*, Modul Transmisi *Wireless* (Modul ESP 8266) dan Arduino. Performansi 0,6% untuk tingkat kesalahan sensor dan kemampuan transmisi data dengan paket loss < 1% untuk modul ESP. *Hardware Monitoring* tersebut terintegrasi baik dengan aplikasi monitoring lewat jaringan lokal dan akses web lewat jaringan internet.
6. Penelitian yang dilakukan Hidayat, dkk., (2019) berjudul “Monitoring Detak Jantung untuk Atlet Lari 100 Meter Berbasis *Internet of Things*”. Pada ajang olahraga ASEAN Games 2018, Indoensia meraih 98 medali, jumlah medali

ini melampaui target yang diharapkan, Capaian ini tidak lepas dari peran pelatih yang selalu memantau kondisi para atletnya saat latihan di lapangan. Pemantauan kondisi atlet dapat dilakukan salah satunya dengan cara memantau aktivitas detak jantung dari setiap atlet selama melakukan latihan. Pada penelitian ini penulis membuat alat monitoring detak jantung untuk pelari 100 meter berbasis IoT yang dapat digunakan di lapangan dan mengirim data secara *real time*. Sensor detak jantung *Polar Heart Rate* baik digunakan dikarenakan *error* pembacaan data adalah 0,4%. 2. *monitoring* detak jantung hanya dapat berkomunikasi hingga 70 meter lebih. Data masuk dan terbaca dengan baik kedalam *server*.

7. Penelitian yang dilakukakan Dian, dkk., (2021) berjudul “Sistem Monitoring Detak Jantung untuk Mendeteksi Tingkat Kesehatan Jantung berbasis *Internet of Things* menggunakan Android”. Jantung merupakan organ vital manusia yang memiliki peran penting. Detak jantung manusia juga merupakan faktor penting dalam menentukan tingkat kesehatan seseorang. Detak jantung yang lambat maupun yang cepat akan berdampak buruk bagi kesehatan seseorang. Untuk mengetahui detak jantung masih berdetak dengan normal atau tidak, maka dilakukan pengukuran, baik pengukuran dengan yang ahli maupun dengan alat ukur detak jantung. Detak jantung orang dewasa berkisar antara 60-100 bpm. Melalui perkembangan teknologi pada sistem telekomunikasi, pengguna dapat memperoleh informasi yang diinginkan. Salah satu perkembangan teknologi tersebut adalah penggunaan mikrokontroler yang dapat mengontrol ataupun mengirim data lewat sensor. Dari latar belakang

diatas, penulis membuat sistem atau alat yang dapat memonitoring detak jantung untuk mendeteksi tingkat kesehatan. Sistem ini memanfaatkan mikrokontroller *wemos* dan *pulse sensor* yang akan membaca detak jantung beat per menit.

8. Penelitian yang dilakukan Dyanningrum, dkk., (2018) berjudul “Analisis Rancangan Sistem Pengukuran Denyut Nadi Berbasis *Internet of Things*”. Perancangan alat pada penelitian ini menggunakan *pulse sensor* yang ditempelkan pada jari tangan, lalu data akan diproses oleh arduino uno. Setelah diproses data akan dikirimkan oleh arduino uno kepada protokol MQTT dengan *platform Thingspeak*. Dalam proses pengiriman antar arduino uno ke protokol MQTT membutuhkan sebuah koneksi internet agar data dapat terkirim yaitu dengan menggunakan Modul Wifi ESP8266. Lalu data akan ditampilkan di *platform thingspeak* dalam bentuk grafik. Selain ditampilkan pada *thingspeak*, hasil data pengujian dari *pulse sensor* akan ditampilkan pada LCD dalam bentuk angka. Namun dari penelitian ini rata-rata presentase *error* dari pengujian tersebut diperoleh nilai 3,6%. Jadi dapat disimpulkan bahwa alat yang dirancang dapat digunakan untuk mengukur denyut nadi manusia dengan tingkat akurasi yang sesuai dengan standar pengukuran.

C. Kerangka Pikir

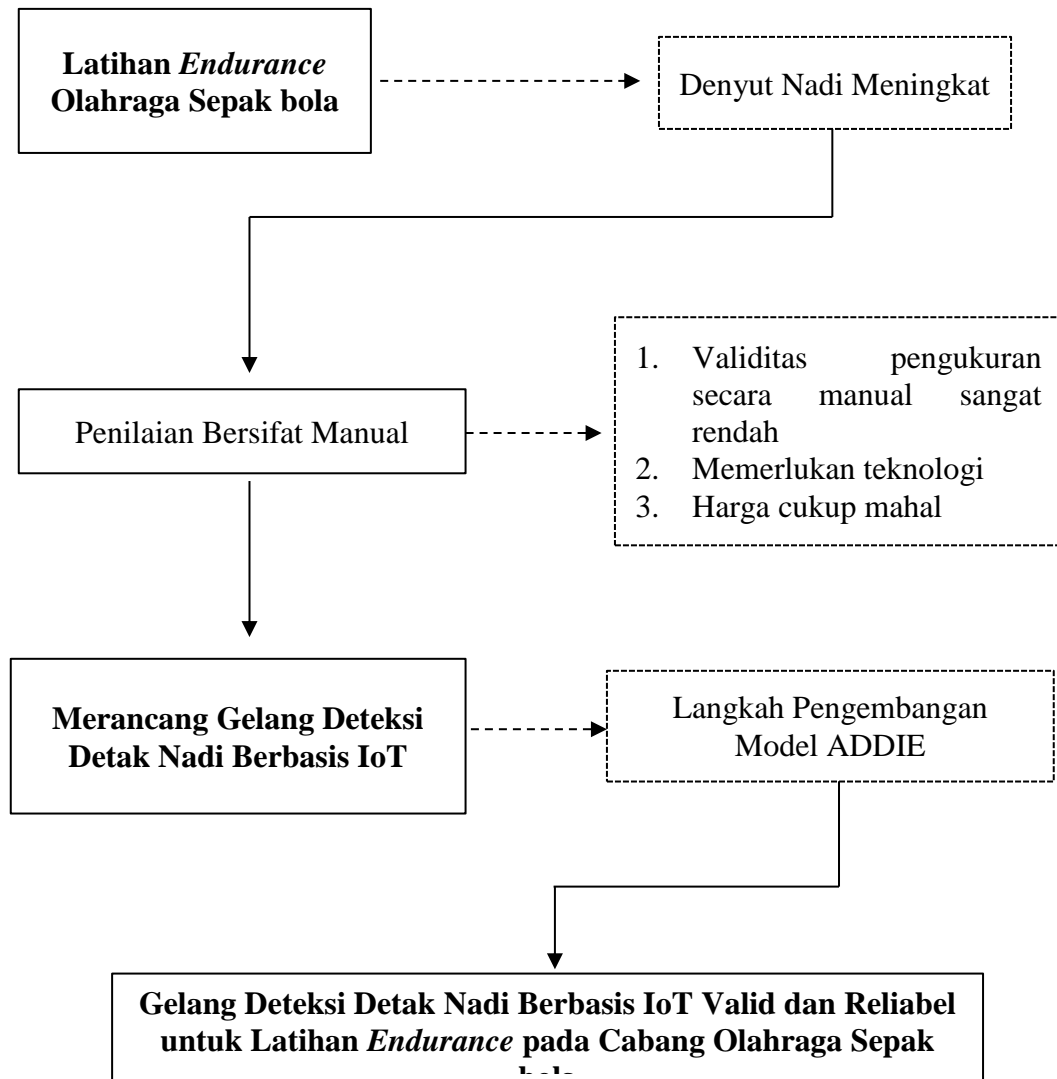
Olahraga sering dikaitkan dengan hidup sehat, rutin berolahraga itu artinya peduli terhadap kondisi tubuh. Salah satu olahraga prestasi yang sangat populer dan digemari masyarakat di dunia adalah sepak bola. Prestasi dalam olahraga sarat

dengan berbagai kemampuan dan keterampilan gerak yang kompleks. Seorang atlet pada umumnya menjumpai gerakan-gerakan yang meliputi lari cepat, berhenti dengan tiba-tiba dan segera bergerak lagi, gerak meloncat, menjangkau, memutar badan dengan cepat, melakukan langkah lebar tanpa pernah kehilangan keseimbangan tubuh. Gerakan-gerakan tersebut dilakukan berulang-ulang dan dalam tempo lama, selama proses pertandingan berlangsung. Akibat proses gerakan tersebut akan menghasilkan kelelahan, yang akan berpengaruh langsung pada kerja jantung, paru-paru, sistem peredaran darah, pernapasan, kerja otot, dan persendian tubuh.

Pada olahraga sepak bola, selama ini masih ada pelatih yang memberikan penilaian terhadap tingkat kemampuan fisik hanya didasarkan pada pengamatan pelatih saat proses latihan berlangsung, lalu rekap hasil latihan juga masih manual. Sebagai akibatnya, unsur subjektivitas atau hasil menduga-duga dalam penilaian masih sangat dominan. Hal ini menyebabkan tingkat validitas pengukuran secara manual sangat rendah, maka perlu adanya sistem yang dapat merekap hasil latihan fisik agar terdokumentasi dengan baik.

Gelang deteksi denyut nadi berbasis IOT merupakan alat pendeteksi denyut nadi yang membantu pelatih sepak bola untuk dapat memantau kondisi pemain dalam latihan *endurance*. Dalam mendeteksi denyut nadi, para pelatih masih ada yang menggunakan cara dengan merabah/merasakan denyut nadi yang ada di permukaan pergelangan tangan (arteri radialis). Alat gelang deteksi denyut nadi ini menggunakan sensor BPM dan Arduino sebagai kendali penerima hasil pemrosesan data dan sensor-sensor. Jika dilihat dari perancangan alat, teknologi

ini dapat membantu tugas seorang pelatih dalam mempersiapkan latihan yang sesuai dengan kondisi fisik pemain, selain itu pemain tidak akan memiliki keraguan terhadap program latihan yang diberikan karena sudah berdasarkan data yang dihasilkan oleh gelang.



Gambar 7. Alur Kerangka Berpikir

D. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan kajian teori dan kerangka berpikir di atas, maka dapat diajukan pertanyaan penelitian yaitu:

1. Bagaimanakah desain IOT yang layak untuk latihan *endurance* sepak bola?
2. Bagaimanakah kepraktisan gelang deteksi detak nadi berbasis IoT untuk latihan *endurance* sepak bola?
3. Bagaimanakah efektivitas gelang deteksi detak nadi berbasis IoT untuk latihan *endurance* sepak bola?

BAB III

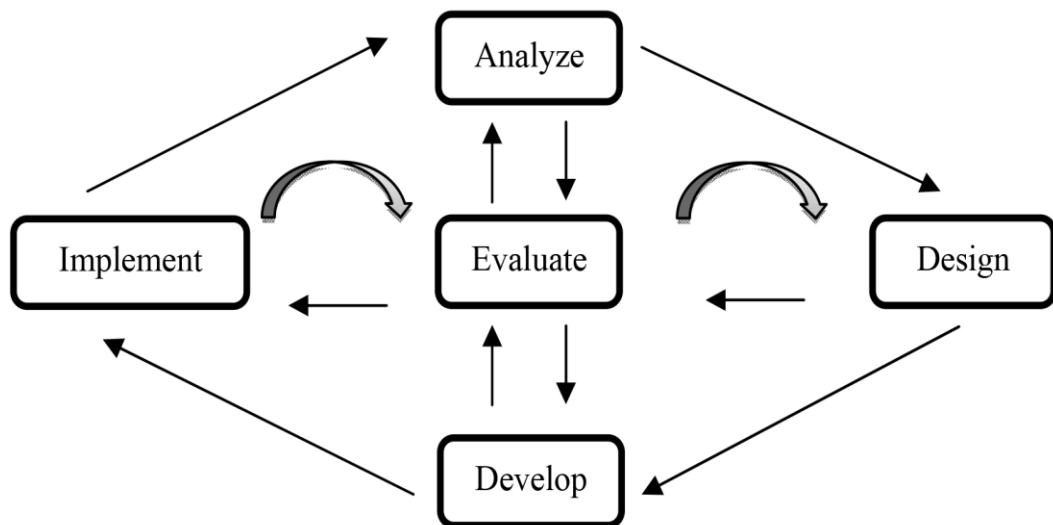
METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Jenis penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Penelitian *Research and Development* adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Diantara model-model pengembangan saat ini salah satu model rancangan produk pembelajaran yang sering dipakai dalam penelitian dan pengembangan adalah model pengembangan Lee dan Owens, yaitu ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Model ADDIE ini sederhana dan mudah dipelajari karena merupakan salah satu model desain sistematis dan memiliki lima tahapan yang mudah dipahami. Salah satu fungsinya ADDIE yaitu menjadi pedoman dalam membangun perangkat dan infrastruktur program pelatihan yang efektif, dinamis dan mendukung kinerja pelatihan itu sendiri. Dalam penggunaannya model pengembangan ADDIE dianggap berurutan tetapi juga interaktif dimana hasil evaluasi setiap tahap dapat membawa pengembangan pembelajaran ke tahap sebelumnya.

B. Prosedur Pengembangan

Pada prosedur penelitian dan pengembangan terdapat beberapa tahapan yang harus dikerjakan dalam suatu penelitian berdasarkan teori dari beberapa ahli. Model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*), seperti pada gambar sebagai berikut:



Gambar 8. Bagan Pengembangan Produk Model ADDIE
(Sumber: Zulkifli, dkk., 2018: 2114)

Berdasarkan model pengembangan yang digunakan, berikut adalah penjabaran dari kelima tahapan pengembangan tersebut yang disesuaikan dengan penelitian ini.

1. Tahap Analisis

Tahap analisis kebutuhan dilakukan pada pengembangan gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola yaitu dengan pengumpulan data dari hasil observasi, angket, dan dokumentasi yang dapat dijadikan sebagai latar belakang untuk mengembangkan pengembangan gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola.

2. Tahap Perancangan

Tahap desain merupakan tahap perancangan produk gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola berisi tujuan pengembangan dan macam-macam materi yang

ada di dalamnya, yaitu mengumpulkan bahan-bahan yang diperlukan untuk mengembangkan gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola.

Tahap desain yang dilakukan yaitu melakukan desain media gelang deteksi denyut nadi yang dikembangkan dengan menentukan bahan-bahan yang digunakan untuk membuat media. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan alat dan bahan yang diperlukan dalam membuat produk gelang deteksi denyut nadi berbasis IoT. Alat yang digunakan yaitu sensor BPM, Arduino, baterai *handphone*, perangkat IoT yang dapat terhubung dengan aplikasi yang ada pada *smartphone* pelatih, aplikasi tersebut menampilkan data denyut nadi dari gelang yang dipakai oleh pemain dan perangkat pendukung lainnya

3. Tahap Pengembangan

Pengembangan yang dilakukan oleh peneliti berdasarkan desain yang dilakukan pada tahap sebelumnya. Pada tahap ini, peneliti menerjemahkan bentuk desain ke dalam bentuk fisik. Artinya peneliti mulai membuat media gelang deteksi denyut nadi untuk penelitian pengembangan yang akan dilakukan. Desain yang dibuat disesuaikan mulai dari pemilihan alat seperti pemilihan sensor BPM, Arduino, baterai dan aplikasih untuk IoT. Pada tahap pengembangan peneliti kembali melakukan konsultasi produk yang kedua kalinya untuk mengetahui apakah masih ada hal yang harus di revisi sebelum melakukan validasi dengan ahli media dan ahli materi. Revisi dilakukan berdasarkan saran dan pendapat para ahli agar aplikasi menjadi lebih baik.

4. Tahap Implementasi

Tahap implementasi yaitu tahap uji coba produk. Setelah produk sudah siap, produk akan diuji cobakan kepada para ahli materi dan ahli media. Tahap ini berupa uji coba yaitu uji coba lapangan, untuk mengukur bagaimana tanggapan dan penilaian pengguna setelah menggunakan produk gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola ditinjau dari berbagai aspek menggunakan angket.

5. Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan dengan mengolah data hasil dari validasi ahli media, ahli materi serta uji coba kepada pengguna. Penilaian ini untuk mengetahui tingkat kelayakan gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola yang sudah dikembangkan dan tanggapan penilaian pengguna produk setelah menggunakan gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola. Pada proses penyebaran produk ini akan diberikan kepada pelatih-pelatih SSB sekaligus diberikan sosialisasi cara penggunaannya.

C. Desain Uji Coba Produk

1. Desain Uji Coba

Desain uji coba bertujuan untuk untuk memperoleh dan menyimpulkan data yang dapat digunakan sebagai dasar untuk memperbaiki produk secara lengkap. Desain uji coba dilakukan dalam tiga tahap, yaitu evaluasi ahli, uji coba kelompok kecil dan uji coba kelompok besar. Data yang diperoleh peneliti

merupakan hasil dari evaluasi para ahli yaitu ahli media dan ahli materi. Ahli memberikan penilaian tentang produk yang dikembangkan. Ahli media dan materi memberikan penilaian mengenai kesesuaian media atau produk yang dikembangkan dengan kaidah pembuatan yang sudah ada. Dengan adanya penilaian dan evaluasi dari para ahli di atas, diharapkan peneliti dapat menyempurnakan lagi produk yang dihasilkan, sehingga memberikan manfaat yang baik.

2. Subjek Uji Coba

Subjek uji coba dari penelitian ini adalah pelatih dan pemain SSO Real Madrid Foundation UNY sebanyak 10 pemain dan 1 pelatih di stadion UNY. Validasi ahli dalam penelitian ini dengan melibatkan 2 orang ahli, yang pertama adalah ahli media dan yang kedua adalah ahli materi. Ahli media adalah orang yang berkompeten di bidangnya dan ahli materi adalah seorang pelatih yang berpengalaman. Uji validitas dan reliabilitas dilakukan pada 14 pemain.

3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

a. Instrumen Pengumpulan Data Studi Pendahuluan

Untuk memperoleh hasil kelayakan dari pengembangan gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola, maka perlu dilakukan pengujian dan pengamatan. Hasil pengujian dipaparkan dengan data berupa produk akhir dan hasil pengamatan di lapangan. Studi pendahuluan atau analisis kebutuhan menggunakan instrumen pengumpulan data berupa pedoman wawancara. Pedoman wawancara berisi daftar pertanyaan yang merupakan garis besar tentang hal mendasar yang akan

ditanyakan. Pelaksanaan wawancara dilakukan secara terbuka, sehingga informan mengetahui bahwa sedang diadakan penelitian dan informan menjadi salah satu sumber informasi, sehingga data-data sehubungan dengan kritik dan masukan-masukan yang bermanfaat bagi kualitas produk tersebut.

b. Instrumen Produk

Instrumen berupa angket disusun untuk mengetahui kualitas produk yang dihasilkan. Angket berisi daftar pernyataan disertai skala nilai digunakan untuk memberikan penilaian pada validasi ahli materi, validasi ahli media, uji coba skala kecil, dan uji coba skala besar. Skala nilai dalam penelitian ini menggunakan Skala Likert dengan empat alternatif jawaban.

1) Instrumen Ahli Materi dan Ahli Media

Angket validasi ahli materi meliputi aspek kualitas materi dan isi. Berikut kisi-kisi dari angket yang akan digunakan pada ahli media:

Tabel 2. Kisi-Kisi Penilaian untuk Ahli Materi

No	Aspek	Indikator	Jumlah
1.	Kualitas Materi	Kejelasan petunjuk belajar	1
		Ketetapan pemilihan materi yang disediakan	1
		Ketetapan pemilihan bahasa dalam menguraikan materi	1
		Kualitas materi	1
2.	Isi	Kebenaran isi/konsep	1
		Kedalaman materi	1
		Kejelasan materi	1
		Kecukupan materi	1
		Sistematika penyajian logis	1
		Ketepatan pemilihan gambar dengan materi	1
Jumlah Butir			10

Angket validasi ahli media meliputi aspek tampilan dan pemrograman.

Berikut kisi-kisi dari angket yang akan digunakan pada ahli media:

Tabel 3. Kisi-Kisi Penilaian untuk Ahli Media

No	Aspek Penilaian	Indikator	Jumlah
1.	Aspek Tampilan	Ketepatan penempatan tombol	1
		Konsistensi tombol	1
		Kejelasan warna lampu	1
		Tampilan warna sensor	1
		Kejelasan sinyal dari lampu sensor	1
		Kejelasan gambar	1
		Tampilan design slide	1
		Kejelasan ukuran huruf	1
		Ketepatan pemilihan jenis huruf	1
		Ketepatan design <i>background</i> teknologi	1
		Kesamaan pemilihan warna tulisan dan <i>background</i>	1
		Komposisi tiap <i>slide</i>	1
		Ketepatan ukuran gambar	1
		Ukuran tombol	1
Kejelasan tombol	1		
2.	Aspek Pemrograman	Estetika penyajian <i>slide</i>	1
		Kemudahan interaksi dalam mendeteksi data yang telah rekam	1
		Kejelasan petunjuk penggunaan	1
		Kejelasan petunjuk penggunaan	1
		Memiliki daya tarik	1
Jumlah Butir			20

2) Instrumen Pelatih

Produk yang dikembangkan ini juga perlu dievaluasi oleh pelatih sepak bola sebagai praktisi lapangan. Instrumen yang digunakan berupa angket yang telah disiapkan guna mengukur kualitas produk yang dikembangkan secara menyeluruh. Kisi-kisi instrumen penilaian untuk pelatih sepak bola dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kisi-Kisi Penilaian Ujicoba Lapangan

No	Aspek Penilaian	Indikator	Jumlah
1.	Aspek efektivitas penggunaan	Meningkatkan pemahaman mengenai denyut nadi	1
		Mengetahui tentang pendeteksian denyut nadi	1
		Membantu pelatih dalam melatih	1
		Memudahkan pelatih dalam membuat program latihan <i>endurance</i>	1
		Bermanfaat besar untuk diimplementasikan dalam dunia kepelatihan	1
2.	Aspek isi	Kemudahan dalam memahami materi	1
		Kejelasan gambar, design serta petunjuk penggunaan	1
		Penyajian design isi pendukung materi	1
		Kejelasan bahasa yang digunakan	1
3.	Aspek tampilan	Menariknya tampilan	1
		Kecepatan respon sensor	1
		Kemudahan dalam mengakses tombol	1
		Kemudahan navigasi yang digunakan	1
		Tanpa penyetingan secara berkala	1
		Tidak rentan pada konsisi lapangan	1
Jumlah Butir			15

4. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu analisis deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Teknik analisis statistika deskriptif membahas materi-materi statistika antara lain kecenderungan memusatnya nilai atau nilai tengah (tendensi sentral), ukuran variabilitas, meliputi rentangan (*range*), simpangan baku (*standard deviasi*). Untuk menghitung nilai tengah terdiri dari mean, median, modus. Sedangkan nilai variansi terdiri dari rentang (*range*), simpangan baku atau standar deviasi (SD), dan persentil, desil, dan kuartil

Melihat tingkat kelayakan modul pembelajaran dari data hasil evaluasi para ahli, digunakan skala pengukuran *rating scale*. *Rating scale* data mentah yang diperoleh berupa angka kemudian ditafsirkan dalam pengertian kualitatif.

Selanjutnya hasil perhitungan di atas diinterpretasikan dengan menggunakan skala interpretasi. Berikut adalah skala interpretasi dengan menggunakan *rating scale*.

Tabel 5. Skala Interpretasi dengan *Rating Scale*

Skor Persentase (%)	Interpretasi
$75 < \text{skor} \leq 100$	Layak
$50 < \text{skor} \leq 75$	Cukup Layak
$25 < \text{skor} \leq 50$	Kurang Layak
$0 \leq \text{skor} \leq 25$	Tidak Layak

Secara matematis, menurut Sugiyono (2017: 95) dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{\sum \text{skor yang diperoleh dari peneliti}}{\sum \text{skor ideal seluruh item}} \times 100\%$$

Menurut Azwar (2018: 63) validitas adalah cara untuk mengetahui keakuratan instrumen ditinjau dari tujuan ukurnya. Uji validitas menggunakan korelasi *Product Moment* dengan bantuan *SPSS 22.0 for Microsoft Windows*. Uji reliabilitas adalah cara untuk mengetahui sejauh mana hasil pengukuran terhadap konsisten, apabila dilakukan pengukuran dua kali atau lebih terhadap gejala yang sama dengan alat ukur yang sama pula (Azwar, 2018: 76). Uji reliabilitas penelitian ini menggunakan metode *Cronbach Alpha* yang dibantu dengan *SPSS 22.0 for Microsoft Windows*.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Penelitian ini bertujuan mengembangkan gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola. Peneliti mengharapkan produk yang dihasilkan berupa gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola ini dapat memberikan kualitas latihan yang baik bagi pelatih dan pemain sebagai alat bantu latihan *endurance* serta memudahkan pelatih untuk memperoleh data perkembangan daya tahan setiap pemain. Gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola dalam pengembangannya menggunakan metode ADDIE, yang meliputi 5 langkah yaitu tahap Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. Tahap-tahap tersebut dijelaskan sebagai berikut:

1. *Analysis* (Analisis)

Tahap analisis dilakukan studi pendahuluan berupa analisis kebutuhan, analisis materi, dan analisis atlet, serta analisis teknik dalam pengembangan gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola. Tahap analisis kebutuhan dilakukan pada pengembangan gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola yaitu dengan pengumpulan data dari hasil observasi, angket, dan dokumentasi yang dapat dijadikan sebagai latar belakang untuk mengembangkan pengembangan gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola.

Peneliti terlebih dahulu melakukan observasi, mengenai materi/keilmuan sepak bola yaitu referensi media cetak atau media online, mencari penelitian yang relevan dan mengenal potensi atau masalah yang terjadi dilapangan, aspek fisik seperti alat dan bahan. Mencari *partner* proyek yang ahli di bidang tenis sebagai kontraktor atau pelaksana pembuatan alat. Dari pendahuluan dan potensi masalah tersebut peneliti menemukan beberapa hal sebagai berikut:

- a. Tidak seimbangnya jumlah pemain dan pelatih, sehingga prinsip-prinsip latihan seperti prinsip individual, beban berlebih dan progresif tidak optimal.
- b. Kurang akuratnya dan ketidakpraktisan pelatih dalam memantau perkembangan kondisi fisik atlet.
- c. Diperlukannya alat bantu bagi pelatih untuk menentukan porsi latihan dan memantau kondisi fisik pemain pada saat proses latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola.
- d. Banyak pelatih khususnya pada SSB dan klub amatir tidak dapat menjangkau harga dari alat deteksi detak nadi yang sudah ada.

Media kepelatihan yang dikembangkan berupa Gelang Deteksi Detak Nadi Bebas IOT, yaitu gelang yang dapat mendeteksi detak nadi untuk membantu pelatih dalam mengetahui kondisi fisik pemain pada latihan *endurance*. Pada penerapan terhadap sepak bola gelang deteksi detak nadi ini sudah ada produk terkait, tapi bentuk pengembangan alat gelang deteksi detak nadi ini ada pada bentuk yang lebih aplikatif untuk latihan *endurance* pada sepak bola.

2. *Design (Desain)*

Tahap desain atau perancangan meliputi perancangan butir-butir materi yang akan disajikan, penyusunan naskah, penyusunan alur penyampaian materi dalam bentuk *flowchart*, pembuatan *storyboard*, dan pengumpulan bahan-bahan yang dibutuhkan dalam pengembangan gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan alat dan bahan yang diperlukan dalam membuat produk gelang deteksi denyut nadi berbasis IoT. Alat yang digunakan yaitu sensor BPM, Arduino, baterai *handphone*, perangkat IoT yang dapat terhubung dengan aplikasi yang ada pada *smartphone* pelatih, aplikasi tersebut menampilkan data denyut nadi dari gelang yang dipakai oleh pemain dan perangkat pendukung lainnya. Rancangan gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola ini masih bersifat prosedural dan akan mendasari proses pengembangan berikutnya. Hasil analisis yang telah diperoleh digunakan sebagai acuan untuk menentukan desain produk.

Komponen pengembangan gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola yang digunakan sebagai berikut:

c. Sensor BPM (*max 30100 pulse oximeter heart-rate sensor module*)

Sensor *pulse* bekerja dengan cara memanfaatkan cahaya. Saat sensor ini diletakkan dipermukaan kulit, sebagian besar cahaya diserap atau dipantulkan oleh organ dan jaringan (kulit, tulang, otot, darah), namun sebagian cahaya akan melewati jaringan tubuh yang cukup tipis. Ketika jantung memompa darah

melalui tubuh, dari setiap denyut yang terjadi, timbul gelombang *pulse* (jenis seperti gelombang kejut) yang bergerak di sepanjang arteri dan menjalar ke jaringan kapiler di mana sensor *pulse* terpasang. Sensor *pulse* dirancang untuk mengukur *Inter Beat Interval* (IBI). IBI adalah selang waktu pada denyut jantung dalam mili detik dengan waktu momen sesaat dari jantung berdetak. BPM berasal setiap detak dari rata-rata setiap 10 kali IBI. Jadi, ketika mikrokontroler Arduino dinyalakan dan berjalan dengan sensor pulsa yang disambungkan ke pin analog 0, terus-menerus (setiap 2ms) membaca nilai sensor berdasarkan denyut jantung yang terukur. Pengukuran denyut nadi bisa menjadi hal yang sangat berguna, Sejak lama dokter telah menggunakan metode pengukuran denyut nadi untuk menentukan stres, relaksasi, tingkat kebugaran fisik, dan kondisi medis. Pada sensor *pulse* terdapat fitur yaitu sensor bisa bekerja dengan baik pada tegangan 5V dan 3.3V di mikrokontroler. Sensor memiliki ukuran yang kecil sehingga memudahkan dalam penggunaan. Terdapat kode warna kabel dengan terminal male 3 kawat (*ground*, *power*, *data*) konektor standar (Rozie, 2016: 2).

Prinsip kerja sensor MAX30100 saat mengumpulkan data adalah saat jari diletakkan pada sensor, maka cahaya oleh LED merah dan LED inframerah dipancarkan, kemudian gelombang cahaya yang dipancarkan oleh LED inframerah akan diserap oleh darah dengan membutuhkan faktor adanya sejumlah besar oksigen. Jika oksigen dalam darah berkurang, gelombang cahaya LED merah akan menyerap lebih banyak cahaya inframerah daripada LED. Gelombang cahaya yang tidak diserap akan dipantulkan kembali dan dideteksi oleh

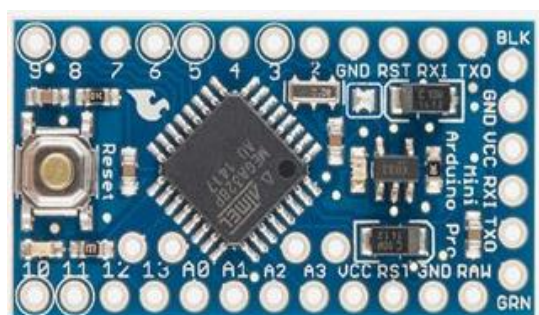
photodiode (Damanik, 2021: 194). Gambar Sensor BPM (*max 30100 pulse oximeter heart-rate sensor module*) sebagai berikut:



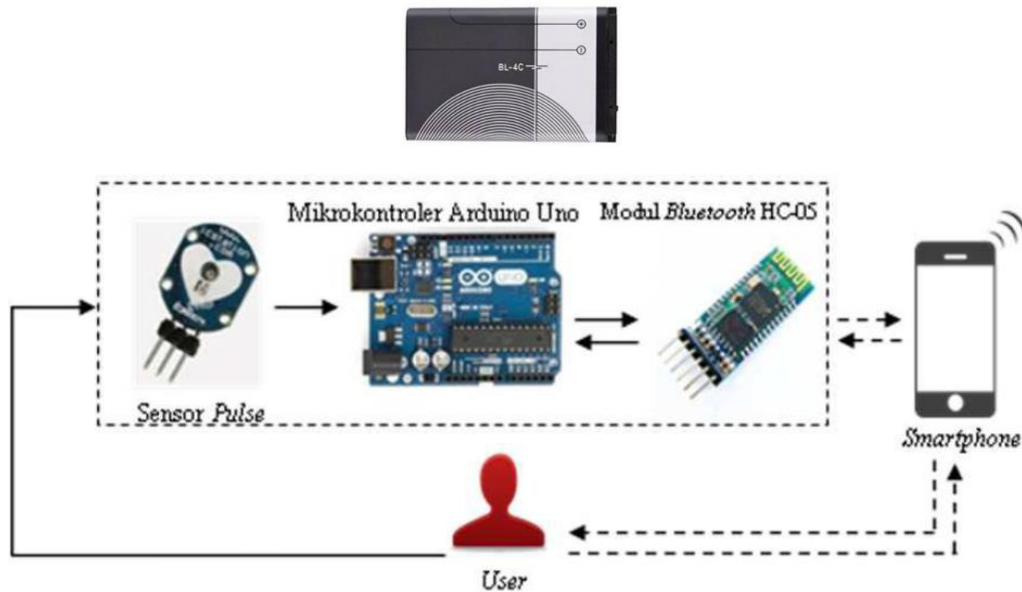
Gambar 9. Sensor BPM (*max30100 pulse oximeter heart-rate sensor module*)
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

d. Arduino

Arduino dikatakan sebagai sebuah *platform* dari *physical computing* yang bersifat *opensource*. Pertama-tama perlu dipahami bahwa kata “*platform*” di sini adalah sebuah pilihan katayang tepat. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. Arduino IDE adalah *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java berdasarkan pengolahan *avr-gcc* dan perangkat lunak *open source* lainnya (Saro, dkk., 2018: 251).



Gambar 10. Arduino
(Sumber: <https://www.arduino.cc>)



Gambar 11. Blok Diagram Gelang Deteksi Detak Nadi Berbasis IoT

3. *Development* (Pengembangan)

Dalam tahap pengembangan, kerangka yang dihasilkan pada tahap desain dan masih prosedural direalisasikan agar menjadi produk yang siap diimplementasikan. Hasil dari pengembangan gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola kemudian divalidasi oleh ahli materi dan ahli media untuk mengetahui kualitas produk yang dikembangkan. Hasilnya dijelaskan sebagai berikut.

a. Penilaian Ahli Materi

Penilaian oleh ahli materi terhadap gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola dilakukan oleh 1 orang ahli. Ahli materi yang menjadi validator adalah Bapak Dr. Sulistiyono, M. Pd., yang merupakan salah satu dosen sepak bola di Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Yogyakarta. Penilaian oleh ahli materi terhadap gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan

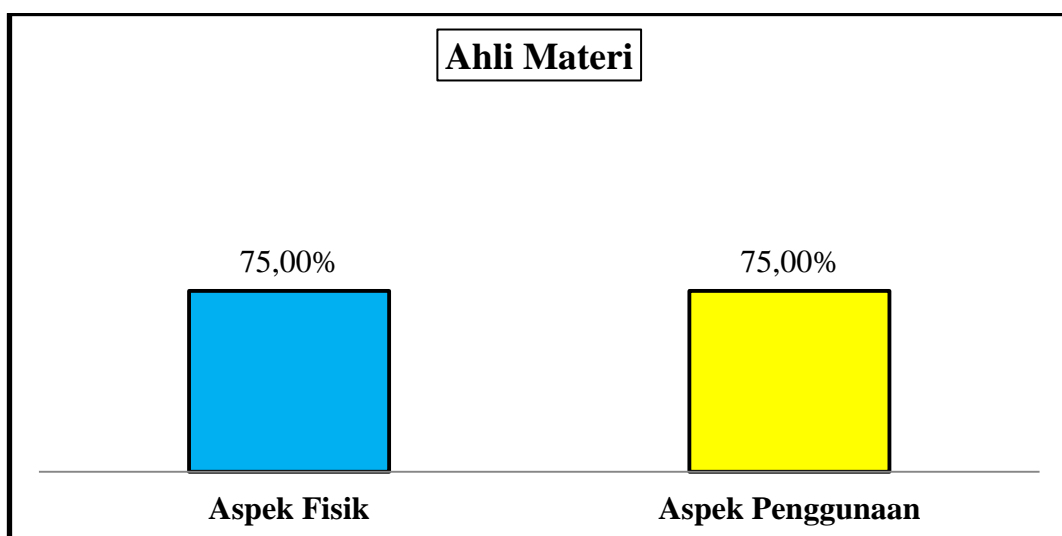
endurance pada cabang olahraga sepak bola dilaksanakan pada bulan Februari 2022 (Hasil validasi terlampir pada lampiran).

Penilaian yang dilakukan oleh ahli materi menggunakan angket. Skala pengukuran yang digunakan adalah modifikasi skala *likert*. Hasil penilaian ahli materi terhadap gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola disajikan pada Tabel 6 sebagai berikut.

Tabel 6. Data Hasil Penilaian Ahli Materi

No	Aspek	Skor yang Diperoleh	Skor Maksimal	Persentase (%)	Kategori
1	Aspek Fisik	18	24	75,00%	Cukup Layak
2	Aspek Penggunaan	15	20	75,00%	Cukup Layak
Total Skor		33	44	75%	Cukup Layak

Berdasarkan Tabel 6 di atas, jika ditampilkan dalam bentuk diagram batang, hasil penilaian ahli materi pada gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola pada Gambar 12 sebagai berikut:



Gambar 12. Diagram Hasil Penilaian Ahli Materi

Tabel 6 dan Gambar 12 di atas menunjukkan hasil penilaian ahli materi pada gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola yaitu pada aspek fisik sebesar 75,00% masuk dalam kategori cukup layak dan pada aspek penggunaan sebesar 75,00% masuk dalam kategori cukup layak. Berdasarkan penilaian pakar/ahli materi tentang produk yang dikembangkan masuk dalam kategori cukup layak, kemudian saran dan masukan ahli pada hasil validasi direvisi sesuai dengan hasil validasi, serta layak untuk diujicobakan.

b. Penilaian Ahli Media

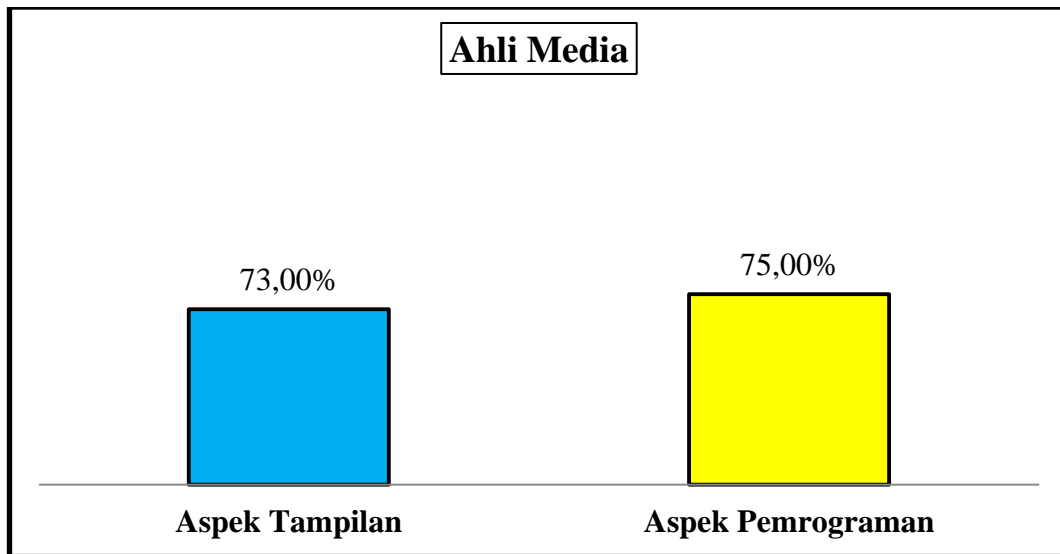
1) Tahap 1

Penilaian oleh ahli media terhadap gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola dilakukan oleh 1 orang ahli. Ahli media yaitu Bapak Prof. Dr. Siswantoyo, M,Kes., selaku dosen di FIK UNY. Penilaian oleh ahli media terhadap gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola dilaksanakan pada 3 Februari 2022. Penilaian yang dilakukan oleh ahli media terhadap modul menggunakan angket. Hasil penilaian ahli media disajikan pada Tabel sebagai berikut.

Tabel 7. Data Hasil Penilaian Ahli Media Tahap 1

No	Aspek	Skor yang Diperoleh	Skor Maksimal	Persentase (%)	Kategori
1	Aspek Tampilan	44	60	73,00%	Cukup Layak
2	Aspek Pemrograman	15	20	75,00%	Cukup Layak
Total Skor		59	80	73,00%	Cukup Layak

Berdasarkan Tabel 7 di atas, jika ditampilkan dalam bentuk diagram batang, hasil penilaian ahli media pada gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola hasilnya pada Gambar 13 sebagai berikut:



Gambar 13. Diagram Hasil Penilaian Ahli Media Tahap 1

Tabel 7 dan Gambar 13 di atas menunjukkan hasil penilaian ahli media pada gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola yaitu pada aspek tampilan sebesar 73,00% masuk dalam kategori cukup layak dan pada aspek penggunaan sebesar 75,00% masuk dalam kategori cukup layak. Berdasarkan penilaian pakar/ahli media tentang produk yang dikembangkan masuk dalam kategori cukup layak, kemudian saran dan masukan ahli pada hasil validasi direvisi sesuai dengan hasil validasi.

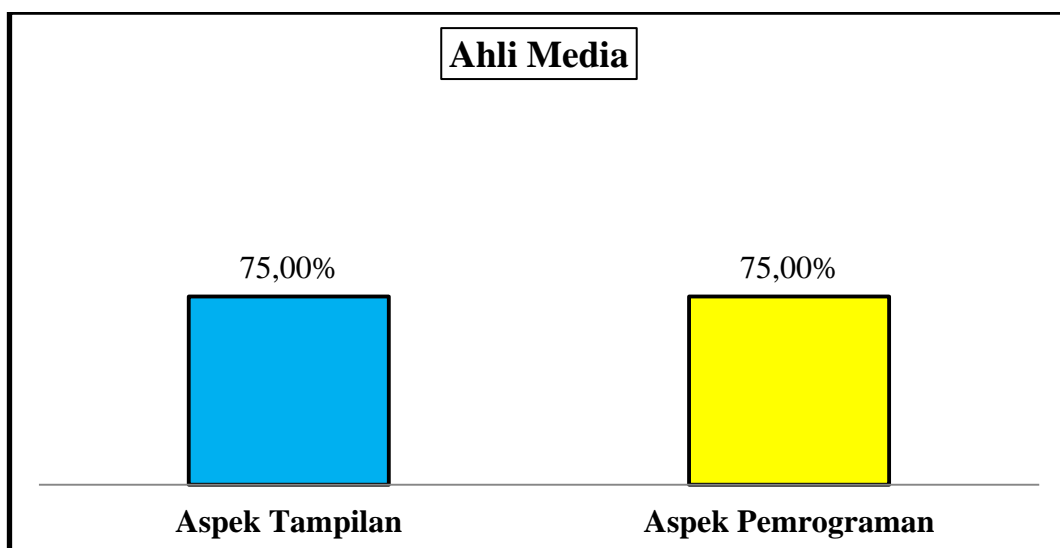
2) Tahap 2

Validasi media pada tahap 2 ini sebagai laporan atau meninjau ulang produk gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola dengan saran dari ahli media. Hasil penilaian ahli media disajikan pada Tabel 8 sebagai berikut.

Tabel 8. Data Hasil Penilaian Ahli Media Tahap 2

No	Aspek	Skor yang Diperoleh	Skor Maksimal	Persentase (%)	Kategori
1	Aspek Tampilan	45	60	75,00%	Cukup Layak
2	Aspek Pemrograman	15	20	75,00%	Cukup Layak
Total Skor		60	80	75,00%	Cukup Layak

Berdasarkan Tabel 8 di atas, jika ditampilkan dalam bentuk diagram batang, hasil penilaian ahli media tahap 2 pada gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola hasilnya pada Gambar 14 sebagai berikut:



Gambar 14. Diagram Hasil Penilaian Ahli Media Tahap 2

Tabel 8 dan Gambar 14 di atas menunjukkan hasil penilaian ahli media tahap 2 pada produk gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola yaitu pada aspek tampilan sebesar 75,00% masuk dalam kategori cukup layak dan pada aspek penggunaan sebesar 75,00% masuk dalam kategori cukup layak. Berdasarkan penilaian pakar/ahli media tahap 2 tentang produk yang dikembangkan masuk dalam kategori cukup layak, kemudian saran dan masukan ahli pada hasil validasi direvisi sesuai dengan hasil validasi. Produk dinyatakan layak untuk diujicobakan.

4. *Implementation* (Implementasi)

Pada tahapan implementasi dalam penelitian ini merupakan tahapan untuk mengimplementasikan rancangan produk yang telah dikembangkan pada situasi yang nyata di lapangan. Pada tahap implementasi yang dilakukan adalah menggunakan produk dalam bentuk uji coba untuk mengetahui respon pelatih terhadap produk yang telah dikembangkan. Produk yang telah dikembangkan dan dinyatakan layak sebagai latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola selanjutnya dilakukan uji coba.

Uji coba fartlek dilakukan pada pemain SSO Realmadrid Foundation UNY sebanyak 10 pemain dan 1 pelatih di stadion GOR UNY Sayap Barat, Jl. Colombo Yogyakarta No.1, Karang Malang, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281. Prosedur uji coba berupa pengenalan alat, cara penggunaan alat dan pelaksanaan uji coba. Teknis pelaksanaan uji coba yang meliputi latihan *endurance* dengan menggunakan tes *fartlek*. Selama uji coba diadakan pengamatan, wawancara, dan pengedaran angket. Skala pengukuran

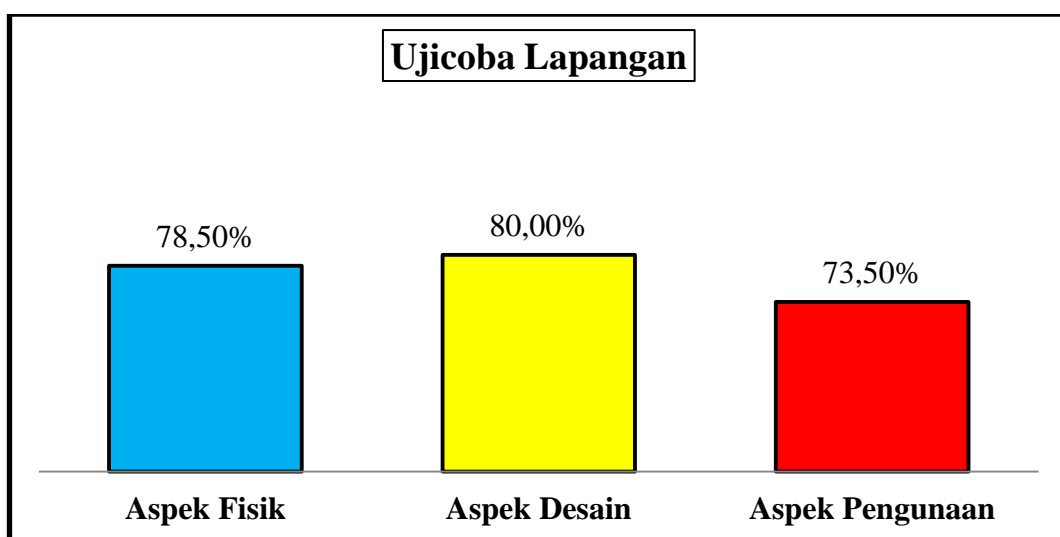
yang digunakan adalah modifikasi skala *likert*. Hasil yang diperoleh dari ujicoba adalah berupa tanggapan pelatih terhadap produk gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola.

Hasil penilaian pelatih terhadap produk gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola pada uji coba lapangan disajikan pada Tabel 9 sebagai berikut.

Tabel 9. Hasil Penilaian pada Ujicoba Lapangan

No	Aspek	Skor yang Diperoleh	Skor Maksimal	Persentase (%)	Kategori
1	Aspek Fisik	22	28	78,50%	Layak
2	Aspek Desain	16	20	80,00%	Layak
3	Aspek Penggunaan	25	34	73,50%	Cukup Layak
Total Skor		63	82	76,80%	Layak

Berdasarkan Tabel 9 di atas, hasil penilaian pelatih terhadap produk gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola pada uji coba lapangan hasilnya pada Gambar 15:



Gambar 15. Diagram Hasil Penilaian Ujicoba Lapangan

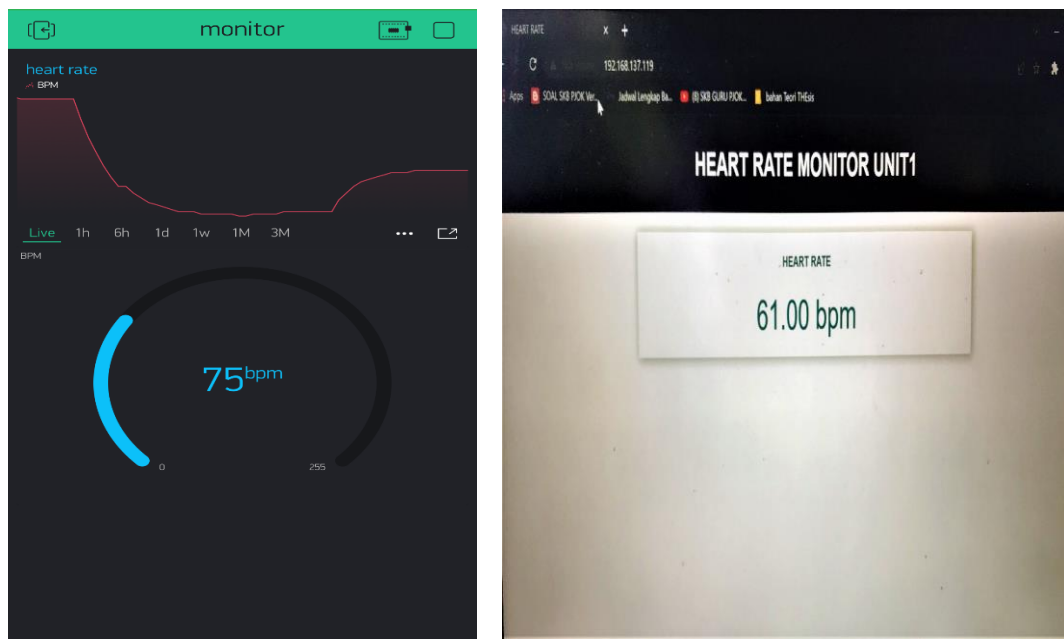
Tabel 9 dan Gambar 15 di atas menunjukkan penilaian pelatih terhadap produk gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola pada uji coba lapangan yaitu pada aspek fisik sebesar 78,50% masuk dalam kategori layak, pada aspek desain sebesar 80,00% masuk dalam kategori layak, dan aspek penggunaan sebesar 73,50% masuk dalam kategori cukup layak. Dari penilaian pelatih terhadap produk gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola pada uji coba lapangan masuk dalam kategori layak, kemudian saran dan masukan dari uji coba lapangan direvisi sesuai dengan hasil penilaian.

5. Evaluation (Evaluasi)

Evaluasi merupakan langkah terakhir dari model desain sistem pembelajaran ADDIE. Tahap evaluasi terhadap gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola dilakukan setiap langkah pengembangan modul untuk meningkatkan kualitas modul tersebut. Evaluasi ini dilakukan terus menerus agar kesalahan-kesalahan sekecil apapun dapat segera diperbaiki tanpa menunggu produk akhir selesai diproduksi. Selama proses pengembangan modul pembelajaran harus selalu dilakukan evaluasi yang disebut *on going evaluation*. Evaluasi dilakukan berdasarkan hasil masukan, saran dan analisis dari ahli materi, ahli media, dan uji coba lapangan.

B. Revisi Produk

Revisi produk dilakukan terhadap produk gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola didasarkan pada masukan dan saran dari ahli materi maupun ahli media. Data yang digunakan untuk melakukan revisi pertama ini merupakan data saran dan masukan yang didapat peneliti ketika melakukan validasi rancangan produk. Berdasarkan saran dan masukan dari beberapa ahli di atas, selanjutnya peneliti melakukan revisi sesuai dengan masukan dan saran. Berikut saran dan revisi produk:



Sebelum

Sesudah Revisi

Gambar 16. Produk Sebelum dan Setelah Revisi

Saran dan masukan dari ahli media yaitu untuk mengganti aplikasi yang sebelumnya dimana hanya dapat menampilkan satu tampilan *slide* saja untuk satu data, diganti dengan aplikasi yang dapat menampilkan sepuluh atau lebih tampilan

slide untuk masing-masing data dengan cara memasukan alamat IP dari masing-masing alat.

C. Kajian Produk Akhir

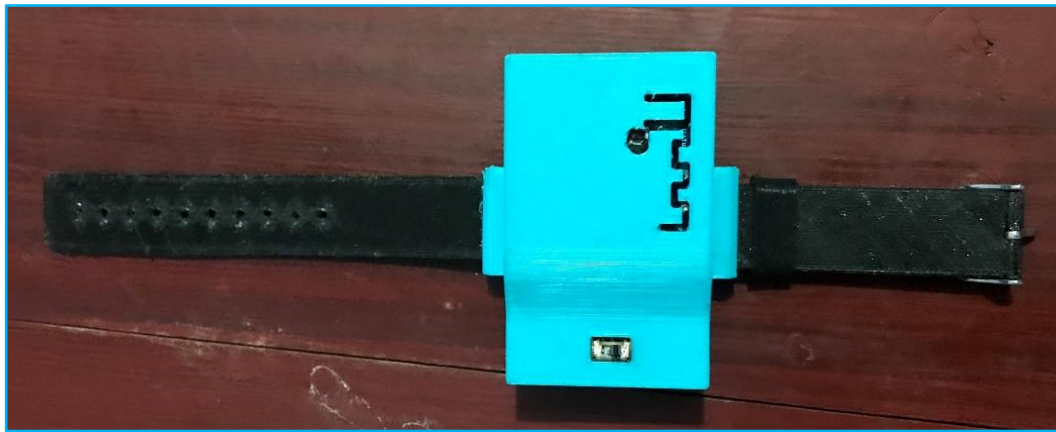
1. Produk Akhir

Tujuan akhir dari penelitian pengembangan ini adalah menghasilkan sebuah produk berupa gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola. Setelah dilakukan uji kelayakan dan uji coba lapangan terhadap pengembangan gelang deteksi detak nadi berbasis IOT tersebut, menghasilkan produk akhir berupa gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola. Komponen alat terdiri dari arduino sebagai mikrokontroler yang menerima dan memproses data, sensor BPM (*max30100 pulse oximeter heart-rate sensor module*), Baterai BL-4c dan indikator lampu led. Kerangka luar dan strap gelang terbuat dari bahan elastis, bagian bawah gelang terdapat empat sekrup. Aspek desain untuk warna yang digunakan adalah biru agar terlihat lebih mencolok ketika digunakan dan strap gelang warna hitam.

Penjelasan mengenai spesifikasi gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola sebagai berikut:

- a. Komponen menggunakan *max 30100 pulse oximeter heart-rate sensor module* sebagai sensor BPM

- b. Komponen arduino sebagai mikrokontroler yang menerima dan memproses data yang di dapat dari sensor BPM, kemudia data hasil prosesnya diteruskan ke aplikasi sebagai *output*.
- c. Komponen baterai BL-4c
- d. Lampu led
- e. Kerangkah luar dan strap gelang menggunakan bahan elastis
- f. Gelang dilengkapi dengan *rechargeable* untuk mengisi daya baterai



Gambar 17. Gelang Deteksi Detak Nadi Berbasis IoT

Produk berupa gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola yang dihasilkan dalam penelitian ini juga ditambahkan panduan penggunaan untuk mempermudah pelatih maupun atlet dalam menggunakan produk tersebut. Adapun panduan penggunaan sebagai berikut:

- a. *Handphone/laptop* yang digunakan bisa memancarkan jaringan *hotspot*.
- b. Aktifkan *hostpot* pada *handphone/laptop* dengan settingan nama dan kata sandi hotspot sesuai nama yang ada di program pada alat.
- c. Nyalakan alat agar terhubung dengan *hotspot*.

- d. *Copy* alamat IP alat yang erada pada pengaturan hotspot.
- e. Buka aplikasi *google* atau *chrome*, kemudian paste alamat IP ke kolom pencarian situs web pada aplikasi *google* atau *chrome*.
- f. Pakaikan alat pada pergelangan tangan, jika lampu (warna biru) pada alat berkedap-kedip, tandanya alat sedang mendeteksi detak nadi.
- g. Data detak nadi (BPM) akan terlihat pada tab dari alamat IP alat yang dicari.
- h. Untuk penggunaan selanjutnya hidupkan/ nyalakan *hotspot* pada *handphone*/ laptop terlebih dahulu, kemudian nyalakan alat deteksi nadinya, selanjutnya ikuti panduan nomor 4 dan 5.
- i. Alamat IP alat selalu berubah, dan alamat IP setiap alat berbeda-beda, jika memiliki 10 alat yang sama.
- j. Untuk pengisian daya (baterei) lampu warna merah akan menyala saat dalam mode pengisian daya, dan saat pengisian daya penuh lampu indikator warna merah akan mati.

2. Uji Validitas dan Reliabilitas

Uji validitas dan reliabilitas dilakukan dengan membandingkan produk yang dikembangkan dengan alat yang sudah ada di pasaran, dalam penelitian ini menggunakan jam tangan pintar M2 Mi Band Xiaomi. Atlet berjumlah 7 atlet masing-masing atlet melakukan latihan *endurance* dengan menggunakan tes *fartlek*, selanjutnya diukur denyut nadi. Hasil uji validitas instrumen menggunakan korelasi *Product Moment* disajikan pada Tabel sebagai berikut:

Tabel 10. Uji Validitas Gelang Deteksi Detak Nadi Berbasis IoT

Korelasi		Jam Tangan Pintar M2 Mi Band Xiaomi
Gelang Deteksi Detak Nadi Berbasis IoT	Pearson Correlation	0,927**
	Sig. (2-tailed)	0,003
	N	7

Berdasarkan Tabel 10 di atas, menunjukkan bahwa validitas gelang deteksi detak nadi berbasis IoT sebesar 0,927.

Hasil uji reliabilitas instrumen menggunakan *Cronbach's Alpha* disajikan pada Tabel sebagai berikut:

Tabel 11. Uji Reliabilitas Gelang Deteksi Detak Nadi Berbasis IoT

<i>Reliability Statistics</i>	
<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Items</i>
0,960	2

Berdasarkan Tabel 11 di atas, menunjukkan bahwa reliabilitas gelang deteksi detak nadi berbasis IoT sebesar 0,960.

D. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola. Tahap pengembangannya menggunakan metode ADDIE, yang meliputi 5 langkah yaitu tahap Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi, uji kualitas produk (validitas dan reliabilitas). Komponen alat terdiri dari arduino sebagai mikrokontroler yang menerima dan memproses data, sensor BPM (*max30100 pulse oximeter heart-rate sensor module*), Baterai BL-4c dan indikator lampu led. Kerangka luar dan strap gelang terbuat dari bahan elastis, bagian bawah gelang terdapat empat sekrup. Aspek

desain untuk warna yang digunakan adalah biru agar terlihat lebih mencolok ketika digunakan dan strap gelang warna hitam.

Produk gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola yang dikembangkan layak digunakan. Komponen alat terdiri dari arduino sebagai mikrokontroler yang menerima dan memproses data, sensor BPM (*max30100 pulse oximeter heart-rate sensor module*), Baterai BL-4c dan indikator lampu led. Kerangka luar dan strap gelang terbuat dari bahan elastis, bagian bawah gelang terdapat empat sekrup. Aspek desain untuk warna yang digunakan adalah biru agar terlihat lebih mencolok ketika digunakan dan strap gelang warna hitam.

Pengembangan gelang deteksi detak nadi berbasi IOT ini telah di uji cobakan dengan responden yang beragam, dari ahli (ahli media dan materi) pengembang alat, pemain dan pelatih sepak bola. Ukuran alat telah sesuai dengan kebutuhan tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil untuk digunakan pada latihan *endurance* pada sepak bola, data yang dihasilkan dari sensor cukup baik, namun kekurangan pada alat belum bisa digunakan pada cuaca hujan.

Hasil dari data validasi ahli media dan materi menunjukkan bahwa produk sudah layak digunakan, tetapi ada beberapa saran dari ahli media adalah aplikasi yang awalnya digunakan hanya dapat menampilkan 1 *slide* untuk 1 pemain diganti dengan aplikasi yang dapat menampilkan 10 *slide* atau lebih untuk melihat data dari 10 pemain atau atau lebih. Pada saat uji coba lapangan, pengembang memperkenalkan terlebih dahulu alat gelang deteksi detak nadi dan tata cara penggunaan kepada responden. Para responden memperhatikan dengan baik saat

peneliti mempraktekkan cara penggunaan gelang deteksi detak nadi kepada salah satu pemain. Setelah selesai mempraktekkan cara penggunaan gelang deteksi detak nadi kepada responden, selanjutnya peneliti menerangkan tes *fartlek* yang akan dilakukan.

Responden sebanyak 10 pemain bersiap melakukan tes *fartlek* dengan mengelilingi area lapangan berbentuk persegi empat dengan panjang dan lebar yang sama yaitu 5 meter, yang sudah diberi *cone* di setiap sisinya. Untuk gerakan pertama pemain melakukan *jogging* atau lari dengan intensitas rendah dari *cone* pertama ke *cone* yang kedua, selanjutnya dari *cone* kedua melakukan *sprint* atau lari dengan intensitas tinggi ke *cone* ketiga, selanjutnya dari *cone* ketiga melakukan *jogging* lagi ke *cone* keempat, dari *cone* keempat melakukan *sprint* lagi ke *cone* pertama. Pemain melakukan gerakan tersebut tanpa berhenti atau jalan selama waktu yang diberikan yaitu 5 menit.

Berdasarkan hasil analisis, menunjukkan bahwa validitas gelang deteksi detak nadi berbasis IoT sebesar 0,927 dan reliabilitas gelang deteksi detak nadi berbasis IoT sebesar 0,960. Valid berarti instrumen dapat digunakan untuk mengukur apa saja yang seharusnya diukur, reliabel berarti instrumen yang bila digunakan beberapa kali untuk mengukur obyek yang sama, akan menghasilkan data yang sama. Validasi instrumen merupakan tahap yang mendasar dalam pengembangan dan evaluasi instrumen. Validitas merupakan ketepatan tes terhadap komponennya dan kecocokan skor dengan penafsirannya. Proses validasi meliputi pengumpulan bukti-bukti untuk menunjukkan dasar saintifik penafsiran skor seperti yang tercantum pada tujuan penggunaan instrumen penilaian. Dengan

kata lain skor hasil penilaian dapat ditafsirkan sesuai dengan tujuan penggunaan instrumen. Namun, langkah agar mendapatkan penafsiran yang tepat adalah dengan validasi instrumen terlebih dahulu.

Selama penyusunan dan pembuatan pengembangan gelang deteksi detak nadi berbasis IOT untuk latihan *endurance* pada olahraga sepak bola ini, peneliti menyertakan kelebihan dan kekurangan dari pengembangan ini, antara lain:

1. Kelebihan

Kelebihan dari gelang deteksi detak nadi ini belum terlalu banyak karena produk masih pada tahap pre desain untuk skala laboratorium. Adapun beberapa kelebihan dari gelang deteksi detak nadi adalah sebagai berikut: (1) Gelang dapat memberikan akurasi data detak nadi sebanyak 75%, (2) Gelang dapat digunakan untuk latihan mandiri, (3) Gelang mempunyai bobot yang ringan, (4) Warna dan tampilan terlihat menarik, (5) Cepat dalam menambah daya baterai.

2. Kekurangan

Gelang deteksi detak nadi ini masih banyak butuh perbaikan agar bisa masuk pada tahap re-desain dan bisa diuji pakai. Adapun beberapa kekurangan dari gelang deteksi detak nadi adalah sebagai berikut: (1) Belum ada indikator untuk persentasi baterai, (2) Gelang tidak bisa digunakan saat cuaca hujan, (3) Kerangka luar masih terlalu besar dan ada beberapa bagian yang harus dihilangkan agar tidak membahayakan.

Olahraga yang mudah dilakukan oleh banyak orang adalah olahraga lari. Lari adalah salah satu Aktivitas fisik yang membutuhkan banyak energi, yang dapat meningkatkan denyut jantung. Lari merupakan latihan kardio yang efektif

membakar kalori. Teknik melakukannya sangat mudah dan tidak membutuhkan biaya tinggi untuk melakukannya, terutama bagi pemula yang membutuhkan pemantauan atau *monitoring*. Pemantau *Heart Rate* (HR) dibutuhkan untuk memastikan kegiatan lari dapat dikontrol oleh *Personal Trainer* atau Pelatih. Pantauan terhadap *Heart Rate* atau dikenal dengan istilah HRM (*Heart Rate Monitors*) merupakan salah satu parameter untuk menentukan tingkat daya ketahanan tubuh olahragawan (*endurance training*). *Heart Rate* juga menentukan besarnya intensitas olahraga yang dilakukan (Musayyanah & Susanto, 2018: 88). Intensitas tersebut sangat berpengaruh terhadap kesehatan jantung bagi yang melakukan olahraga, sehingga diperlukan sebuah metode untuk memantau kondisi HR dengan intensitas aktivitas yang dilakukan. Hubungan HR dan intensitas Aktivitas olahraga disebut dengan *Target Heart Rate* (THR).

Internet of Things (IoT) merupakan infrastruktur koneksi jaringan global, yang mengkoneksikan benda fisik dan vital melalui eksploitasi data *capture* dan teknologi komunikasi. Infrastruktur IoT terdiri dari jaringan yang telah ada dan internet berikut pengembangannya. Hal ini menawarkan identifikasi objek, identifikasi sensor dan kemampuan koneksi yang menjadi dasar untuk pengembangan layanan dan aplikasi kooperatif yang berdiri secara independen, juga ditandai dengan tingkat otonomi dan *capture* yang tinggi, *event transfer*, konektivitas pada jaringan dan juga interoperabilitas (Lisnawati, dkk., 2022: 2).

IoT merupakan struktur dimana objek, orang disediakan dengan identitas eksklusif dan kemampuan untuk pindah data melalui jaringan tanpa memerlukan dua arah antara manusia ke manusia yaitu sumber ke tujuan atau interaksi manusia

ke komputer. IoT merupakan perkembangan keilmuan yang sangat menjajikan untuk mengoptimalkan kehidupan berdasarkan sensor cerdas dan peralatan pintar yang berkerjasama melalui jaringan internet. IoT, menjelaskan tentang sebuah perangkat jaringan yang terdiri dari benda-benda fisik seperti perangkat elektronik, *software*, sensor dan perangkat konektivitas untuk mencapai nilai yang lebih besar dan layanan yang lebih optimal (Stout & Urias, 2016: 2).

IoT merupakan teknologi yang memungkinkan benda-benda di sekitar terhubung dengan jaringan internet. Teknologi ini ditemukan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999. Hingga saat ini, teknologi IoT sudah dikembangkan dan diaplikasikan (Ghokale, dkk., 2018: 41; Afzal, dkk., 2018: 2; Khalid, 2020: 107). Salah satu produknya yang paling akrab dengan kita adalah layanan *Global Positioning System* (GPS). Cara kerjanya setiap benda yang terhubung dengan internet bisa diakses kapan saja dan dimana saja. *Internet of things* adalah suatu konsep dimana objek tertentu mempunyai kemampuan untuk mentransfer data lewat jaringan tanpa memerlukan adanya interaksi dari manusia ke manusia ataupun dari manusia ke perangkat komputer (Gamara & Hendryani, 2019: 2).

E. Keterbatasan Penelitian

Beberapa hal yang menjadi keterbatasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Tidak adanya indikator penilaian pada instrumen penelitian yang digunakan untuk validasi ahli materi dan ahli media. Data hasil validasi ahli akan lebih objektif jika ada indikator penilaian untuk instrumen digunakan.

2. Pandemi Covid-19 yang sedang terjadi menjadikan prosedur pelaksanaan penelitian harus sesuai protokol kesehatan.
3. Subjek uji coba lapangan dalam penelitian ini masih terlalu kecil.
4. Belum dilakukan diseminasi terhadap produk yang dikembangkan.
5. Alat tidak dapat digunakan jika terjadi hujan.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan tentang Produk

Berdasarkan hasil penelitian dan hasil analisis data yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Langkah-langkah pengembangan gelang deteksi detak nadi berbasis IoT untuk latihan *endurance* sepak bola menggunakan metode ADDIE, yang meliputi 5 langkah yaitu tahap Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. Komponen alat terdiri dari arduino sebagai mikrokontroler yang menerima dan memproses data, sensor BPM (*max30100 pulse oximeter heart-rate sensor module*), Baterai BL-4c dan indikator lampu *led*. Kerangka luar dan strap gelang terbuat dari bahan elastis, bagian bawah gelang terdapat empat sekrup. Aspek desain untuk warna yang digunakan adalah biru agar terlihat lebih mencolok ketika digunakan dan strap gelang warna hitam.
2. Gelang deteksi detak nadi berbasis IoT untuk latihan *endurance* sepak bola yang dikembangkan layak dengan penilaian ahli materi yaitu sebesar 75,00% pada kategori cukup layak, penilaian ahli media sebesar 75,00% pada kategori cukup layak, dan penilaian pelatih sebesar 76,80 kategori layak.
3. Gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola yang dikembangkan mempunyai koefisien validitas sebesar 0,927 dan reliabilitas sebesar 0,960.

B. Saran Pemanfaatan Produk

Beberapa saran yang dapat peneliti ajukan untuk memanfaatkan produk permainan hasil dari penelitian ini antara lain:

1. Saran Pemanfaatan
 - a. Pelatih seharusnya menggunakan gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola.
 - b. Penting untuk mengembangkan gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) agar dapat digunakan pelatih untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola.
2. Saran Pengembangan Produk dan Peneliti Lanjutan
 - a. Dibutuhkan waktu untuk proses pengembangan, identifikasi, dan validasi yang lebih lama untuk meningkatkan kualitas produk.
 - b. Perlu adanya penelitian lanjutan yang akan melengkapi kekurangan pada penelitian sebelumnya
 - c. Gelang deteksi detak nadi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk latihan *endurance* pada cabang olahraga sepak bola ini perlu dikembangkan lagi agar menjadi lebih baik.
 - d. Diharapkan sistem ini ke depannya dapat meningkatkan akurasi untuk hasil prediksi status kondisi kesehatan pengguna, sehingga memberikan dampak yang baik untuk membantu olahragawan dalam mencapai target olahraga.

C. Desiminasi dan Pengembangan Alat/Produk Lebih Lanjut

Diseminasi pada pengembangan ini dapat dilakukan dengan cara promosi pada setiap SSB atau klub dengan menawarkan gelang beserta video penggunaan

dan manfaatnya. Pengembangan produk lebih lanjut dapat dilakukan dengan menambahkan indikator persentasi baterai dan kerangka gelang yang lebih kecil dan dapat digunakan dalam segala cuaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Aazam, M., Zeadally, S., & Harras, K. A. (2018). Deploying fog computing in industrial internet of things and industry 4.0. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 14(10), 4674-4682.
- Abidin, M. Z. Z., Nawawi, M. K. M., & Kasim, M. M. (2018). Identifying players' selection criteria for the development of decision support system for football and hockey. *Advanced Science Letters*, 24(11), 8690-8694.
- Adani, F., & Salsabil, S. (2019). Internet of things: Sejarah teknologi dan penerapannya. *Jurnal Online Sekolah Tinggi Teknologi Mandala*, 14(2), 92-99.
- Adi, S., & Andiana, O. (2020). Survei minat dan motivasi wanita memilih olahraga sepak bola pada tim Persikoba Putri Kota Batu. *Jurnal Sport Science*, 10(2), 113-122.
- Afzal, M., Fatima, K., Khalid, P., Abbas, A., Durrani, S., Sajid, A., & Zaheer, M. (2018). Internet of things its environmental applications and challenges. *Environmental Contaminants Reviews (ECR)*, 1(2), 1-3.
- Aji, A. W. (2021). Pengukuran ketepatan shooting anggota ekstrakurikuler sepak bola pada sekolah menengah pertama di Bengkulu Selatan. *Journal Of Dehasen Educational Review*, 2(01), 23-26.
- Agiwal, M., Saxena, N., & Roy, A. (2019). Towards connected living: 5G enabled internet of things (IoT). *IETE Technical Review*, 36(2), 190-202.
- Akhmad, N., & Suriatno, A. (2018). Analisis keterampilan dasar sepak bola pemain klub Bima Sakti. *JUPE: Jurnal Pendidikan Mandala*, 3(3), 48-53.
- Alfaridhi, F., & Nurrochmah, S. (2021). Survei kemampuan kondisi fisik peserta kegiatan ekstrakurikuler sepak bola SMP. *Sport Science and Health*, 3(2), 66-77.
- Alsi, R. A., & Yulifri, Y. (2019). Tinjauan kemampuan kondisi fisik pemain sepak bola SMA Negeri 3 Kabupaten Pesisir Selatan. *Jurnal JPDO*, 2(5), 4-10.
- Aminudin, A., Sugiyanto, S., & Liskustyawati, H. (2020). Contribution leg muscle strength, dynamic balance and hip joint flexibility to the accuracy of football shooting. *Budapest International Research and Critics in Linguistics and Education (BirLE) Journal*, 3(2), 912-918.

- Amirudin, A., & Abdillah, S. (2020, February). Analysis of physical conditions of aerobic endurance or VO₂Max. In *1st South Borneo International Conference on Sport Science and Education (SBICSSE 2019)* (pp. 117-119). Atlantis Press.
- Andriansyah, M. F., & Winarno, M. E. (2020). Hubungan antara kecepatan, kelincahan dan koordinasi dengan keterampilan dribbling Siswa Akademi Arema U-14. *Sport Science and Health*, 2(1), 12-23.
- Anggara, F. T., & Subagyo, I. (2022). Standarisasi VO₂Max atlet sepak bola PON Jatim 2021. *Jurnal Prestasi Olahraga*, 5(2), 156-163.
- Arini, I., Sudirman, R., & Aryadi, D. (2021, May). Evaluasi program latihan bola futsal pada ekstrakurikuler sekolah. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Setia Budhi* (Vol. 1, No. 1, pp. 69-76).
- Ashfaq, A., Cronin, N., & Müller, P. (2022). Recent advances in machine learning for maximal oxygen uptake (VO₂ max) prediction: A review. *Informatics in Medicine Unlocked*, 100863.
- Atlam, H. F., Alenezi, A., Alassafi, M. O., & Wills, G. (2018). Blockchain with internet of things: Benefits, challenges, and future directions. *International Journal of Intelligent Systems and Applications*, 10(6), 40-48.
- Auliadina, D., Amilia, F. R., Nuarti, N., & Jayanti, R. (2019, November). Abdominal circumference, body fat percent, and VO₂ Max in Pilgrims of Hulu Sungai Tengah Regency. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1374, No. 1, p. 012058). IOP Publishing.
- Bafirman, H. B., & Wahyuni, A. S. (2019). *Pembentukan kondisi fisik*. Depok: PT RajaGrafindo Persada.
- Baranauskas, M., Jablonskienė, V., Abaravičius, J. A., & Stukas, R. (2020). Cardiorespiratory fitness and diet quality profile of the Lithuanian team of deaf women's basketball players. *International journal of environmental research and public health*, 17(18), 6749.
- Barus, J. B. N. (2020). Tingkat daya tahan aerobik (Vo₂Max) siswa ekstrakurikuler gulat di Sma Negeri 1 Barusjahe Kabupaten Karo. *Kinestetik: Jurnal Ilmiah Pendidikan Jasmani*, 4(1), 108-116.
- Bentlage, E., Ammar, A., How, D., Ahmed, M., Trabelsi, K., Chtourou, H., & Brach, M. (2020). Practical recommendations for maintaining active lifestyle during the COVID-19 pandemic: a systematic literature review. *International journal of environmental research and public health*, 17(17), 6265.

- Bompa, O.T., & Haff. (2019). *Theory and methodology of training*. Toronto: Kendall/ Hunt Publishing Company.
- Burhaein, E., Ibrahim, B. K., & Pavlovic, R. (2020). The relationship of limb muscle power, balance, and coordination with instep shooting ability: A correlation study in under-18 football athletes. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 8(5), 265-270.
- Buttar, K. K., Saboo, N., & Kacker, S. (2019). A review: Maximal oxygen uptake (VO₂ max) and its estimation methods. *IJPESH*, 6, 24-32.
- Centhini, S., & Russel, T. (2019). *Buku pintar sepak bola*. Jakarta: Penerbit Inovasi.
- Clemente, F. M., & Sarmiento, H. (2020). The effects of small-sided soccer games on technical actions and skills: A systematic review. *Hum. Mov*, 21, 100-119.
- Damanik, J. R. V. (2021). Rancang bangun sistem pengaturan intensitas cahaya berbasis arduino uno pada ruang baca perpustakaan Universitas Pembangunan Panca Budi. *Kumpulan Karya Ilmiah Mahasiswa Fakultas sains dan Tekhnologi*, 1(1), 194-194.
- Dhapola, M. S., Pant, G., & Kumar, M. M. (2018). Effect of football training on football skills of amateur players of AKFDC. *Int. J. Phy. Edu. Spo*, 3(9), 21-30.
- Dhiman, V., Iesa, M. A., Alsarhan, H., Mehbodniya, A., Tiwari, A., & Shabaz, M. (2021). Patient behavioral analysis with smart healthcare and IoT. *Behavioural Neurology*, 2021.
- Dian, J., Silalahi, F. D., & Setiawan, N. D. (2021). Sistem monitoring detak jantung untuk mendeteksi tingkat kesehatan jantung berbasis internet of things menggunakan android. *JUPITER (Jurnal Penelitian Ilmu dan Teknologi Komputer)*, 13(2), 69-75.
- Doewes, R. I., Purnama, S., Syaifullah, R., & Nuryadin, I. (2020). The effect of small sided games training method on football basic skills of dribbling and passing in indonesian players aged 10-12 years. *Int J Adv Sci Technol*, 29(3), 429-441.
- Dubois, L. (2018). *The language of the game: How to understand soccer*. Basic Books.

- Dyanningrum, N., Zulherman, D., & Pujiharsono, H. (2018). Analisis rancangan sistem pengukuran denyut nadi berbasis Internet of Things. In *Conference on Electrical Engineering, Telematics, Industrial technology, and Creative Media (CENTIVE)* (pp. 13-18).
- Emral. (2017). *Pengantar teori dan metodologi pelatihan fisik*. Depok: Kencana.
- Erfayliana, Y., & Wati, O. K. (2020). Tingkat keterampilan dasar bermain sepak bola peserta didik kelas atas Sekolah Dasar. *TERAMPIL: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Dasar*, 7(2), 159-166.
- Fahrizqi, E. B., Gumantan, A., & Yuliandra, R. (2021). Pengaruh latihan sirkuit terhadap kekuatan tubuh bagian atas unit kegiatan mahasiswa olahraga panahan. *Multilateral: Jurnal Pendidikan Jasmani Dan Olahraga*, 20(1), 43-54.
- Fatmala, E. P. N., & Syafii, I. (2019). Analisis kondisi fisik pemain sepak bola wanita pada klub Persida Sidoarjo tahun 2018. *Jurnal Prestasi Olahraga*, 2(1).
- Festiawan, R., Hooi, L. B., Pramadhan, K., Ali, M., & Nuryadin, A. (2021). Improvement physical fitness level on mountain climbing athletes: high-intensity interval training and oregon circuit training effect. *Jurnal SPORTIF: Jurnal Penelitian Pembelajaran*, 7(1), 19-36.
- Firdausi, A. A., & Sulistyarto, S. (2021). Analisis tingkat kebugaran pada siswa Todak Aquatic Club. *Jurnal Kesehatan Olahraga*, 9(03).
- Firmansyah, A., Prasetya, R. A., & Al Ardha, M. A. (2021). Technical review of the role physical conditions in football. *JOSSAE (Journal of Sport Science and Education)*, 6(1), 87-93.
- Fissabila, M., Nugraha, P. C., & Mak'ruf, M. R. (2020). Pengembangan pusat pemantauan central SpO2 untuk ruang neonate dengan sistem wireless. *Jurnal Teknokes*, 13(1), 52-59.
- Folgar, C., & Crisfield, D. W. (2021). *The Everything Kids' Soccer Book: Rules, techniques, and more about your favorite sport!*. USA: Simon and Schuster.
- Gamara, A., & Hendryani, A. (2019). Rancang bangun alat monitor detak jantung dan suhu tubuh berbasis android. *Jurnal Sehat Mandiri*, 14(2), 1-9.

- Ghazal, T. M., Hasan, M. K., Alshurideh, M. T., Alzoubi, H. M., Ahmad, M., Akbar, S. S., ... & Akour, I. A. (2021). IoT for smart cities: Machine learning approaches in smart healthcare—A review. *Future Internet*, 13(8), 218.
- Gokhale, P., Bhat, O., & Bhat, S. (2018). Introduction to IOT. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*, 5(1), 41-44.
- Ghosh, A., Chakraborty, D., & Law, A. (2018). Artificial intelligence in Internet of things. *CAAI Transactions on Intelligence Technology*, 3(4), 208-218.
- Gidu, D. V., Badau, D., Stoica, M., Aron, A., Focan, G., Monea, D., ... & Calota, N. D. (2022). The effects of proprioceptive training on balance, strength, agility and dribbling in adolescent male soccer players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(4), 2028.
- Granell, C., Kamilaris, A., Kotsev, A., Ostermann, F. O., & Trilles, S. (2020). Internet of things. In *Manual of digital earth* (pp. 387-423). Springer, Singapore.
- Grzebisz-Zatońska, N., Poprzęcki, S., Stanula, A., Sadowska-Krępa, E., & Gerasimuk, D. (2022). Physiological and somatic principal components determining vo2max in the annual training cycle of endurance athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(7), 3951.
- Gumantan, A., Mahfud, I., & Yuliandra, R. (2021). Analysis of the implementation of measuring skills and physical futsal sports based desktop program. *ACTIVE: Journal of Physical Education, Sport, Health and Recreation*, 10(1), 11-15.
- Gupta, A. K., Chakraborty, C., & Gupta, B. (2019). Monitoring of epileptical patients using cloud-enabled health-IoT system. *Traitement du Signal*, 36(5), 425-431.
- Harahap, N. S., Sunarno, A., & Simatupang, N. (2020, February). The effect of red dragon fruit juice towards cholesterol level and maximum aerobic capacity (VO2max) on sport science students treated with heavy physical exercise. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1462, No. 1, p. 012030). IOP Publishing.
- Hardiansyah, S. (2020, August). Capability analysis of maximal oxygen volume (VO2max) football players. In *1st International Conference of Physical Education (ICPE 2019)* (pp. 224-226). Atlantis Press.

- Harsono. (2017). *Kepelatihan olahraga. (teori dan metodologi)*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Hasyim & Saharullah. (2019). *Dasar-dasar ilmu kepelatihan*. Makasar: Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar.
- Hidaya, M. F., Kurnia, M., & Riyoko, E. (2022). Pengaruh latihan agility terhadap kemampuan dribbling atlet junior futsal club Shark FC Bangka Barat. *JOLMA*, 2(1), 51-62.
- Hidayat, M. A., Sukaridhoto, S., Basuki, A., & Falah, F. (2019). Monitoring Detak Jantung untuk atlet lari 100 meter berbasis Internet of Things. *INTEK Jurnal Penelitian*, 6, 85-92.
- Indrayana, B., & Yuliawan, E. (2019). Penyuluhan pentingnya peningkatan Vo2max guna meningkatkan kondisi fisik pemain sepak bola Fortuna Fc Kecamatan Rantau Rasau. *Jurnal Ilmiah Sport Coaching And Education*, 3(1), 41-50.
- Irfan, I., & Kasman, K. (2021). Pengaruh latihan hight intensity interval training (hiit) terhadap peningkatan VO2 Max pemain sepak bola STKIP Taman Siswa Bima. *Musamus Journal of Physical Education and Sport (MJ PES)*, 3(02), 178-192.
- Irianto, D. P. (2018). *Dasar-dasar latihan olahraga untuk menjadi atlet juara*. Bantul: Pohon Cemara.
- Jalawasesa, P. V. W., & Fajar, M. K. (2022). Analisis tingkat motivasi berprestasi atlet pada kejuaraan provinsi taekwondo Indonesia Jawa Timur Virtual Tahun 2021. *Jurnal Prestasi Olahraga*, 5(1), 120-126.
- Javed, F., Afzal, M. K., Sharif, M., & Kim, B. S. (2018). Internet of Things (IoT) operating systems support, networking technologies, applications, and challenges: A comparative review. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 20(3), 2062-2100.
- Kang, K. (2022). Construction of the maximum oxygen intake regression equations for exercise training on respiration and heart rate. *Journal of Healthcare Engineering*, 2022.
- Kargapolova, E., Kargapolov, S., Dulina, N., & Mironova, Y. G. (2019). Football for student communal cultures in south of Russia. *Theory and practice of physical culture*, (9), 16-16.

- Kavre, M., Gadekar, A., & Gadhade, Y. (2019, December). Internet of Things (IoT): a survey. In *2019 IEEE Pune Section International Conference (PuneCon)* (pp. 1-6). IEEE.
- Khalid, L. (2020). Internet of Things (IoT). In *Software Architecture for Business* (pp. 107-127). Springer, Cham.
- Koesherawati, T., Rejeki, H. S., & Samodra, Y. T. J. (2022). Percepatan recovery dengan indikator denyut nadi: kaitannya dengan latihan yang telah dilakukan. *Jurnal Pendidikan Kesehatan Rekreasi*, 8(2), 386-396.
- Komarudin, K., & Risqi, F. (2020). Tingkat kepercayaan diri, kohesivitas, dan kecerdasan emosi siswa Kelas Khusus Olahraga cabang olahraga sepak bola. *Jurnal Pendidikan Jasmani Indonesia*, 16(1), 1-8.
- Lames, M. (2018). Chance involvement in goal scoring in football—an empirical approach. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 48(2), 278-286.
- Lee, J., & Zhang, X. L. (2021). Physiological determinants of VO₂max and the methods to evaluate it: A critical review. *Science & Sports*, 36(4), 259-271.
- Lisnawati, L., Ramadan, D. N., & Haryanti, T. (2022). Alat pendeteksi suhu tubuh manusia berbasis iot (internet of things). *eProceedings of Applied Science*, 8(3).
- Low, B., Coutinho, D., Gonçalves, B., Rein, R., Memmert, D., & Sampaio, J. (2020). A systematic review of collective tactical behaviours in football using positional data. *Sports Medicine*, 50(2), 343-385.
- Lundberg, T. R., & Howatson, G. (2018). Analgesic and anti-inflammatory drugs in sports: Implications for exercise performance and training adaptations. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 28(11), 2252-2262.
- Malone, M. K., & Lorimer, R. (2020). The importance of shared understanding within football teams. *Journal of sport psychology in action*, 11(3), 196-210.
- Masykuroh, K., Kurnianto, D., & Rozi, M. F. (2021). Rancang bangun monitoring denyut jantung dan suhu pasien berbasis internet of things. *Dinamika Rekayasa*, 17(2), 87-94.

- Menz, V., Marterer, N., Amin, S. B., Faulhaber, M., Hansen, A. B., & Lawley, J. S. (2019). Functional vs. Running low-volume high-intensity interval training: Effects on vo2max and muscular endurance. *Journal of sports science & medicine*, 18(3), 497.
- Millah, H., & Priana, A. (2020). Pengembangan penghitungan kapasitas volume oksigen maksimal (Vo2max) menggunakan tes lari 2, 4 KM berbasis aplikasi android. *Gelombang Olahraga: Jurnal Pendidikan Jasmani Dan Olahraga*, 3(2), 156-169.
- Milošević, M., Nemeč, P., Nemeč, V., & Milošević, M. (2018). The impact of 4-week aerobic training on the aerobic status of top-level judokas. *Facta Universitatis. Series: Physical Education and Sport*, 16(1), 201-210.
- Mirfa'ani, N., & Nurrochmah, S. (2020). Survei kemampuan kondisi fisik peserta kegiatan ekstrakurikuler pencak silat perisai diri di Sekolah Menengah Atas. *Sport Science and Health*, 2(4), 239-246.
- Misbahuddin, M. H., & Winarno, M. E. (2020). Studi kemampuan teknik dasar sepak bola pemain SSB Unibraw 82 Kota Malang kelompok usia 15-16 tahun. *Sport Science and Health*, 2(4), 215-223.
- Modric, T., Versic, S., & Sekulic, D. (2020). Aerobic fitness and game performance indicators in professional football players; playing position specifics and associations. *Heliyon*, 6(11), e05427.
- Mora, L., Firlando, R., & Salman, E. (2021). Hubungan koordinasi mata kaki dengan ketepatan shooting ke gawang SSB Silampari Kota Lubuklinggau. *SJS: Silampari Journal Sport*, 1(2), 9-17.
- Multazam, A., Chandra, A., Irawan, D. S., & Abdullah, A. (2020). Circuit training efektif meningkatkan VO₂MAX Pemain Futsal Yayasan Bina Insani Sukses Malang. *Physiotherapy Health Science (PhysioHS)*, 1(2), 1-6.
- Musayyanah, I. P., & Susanto, P. (2018). Monitoring target heart rate (thr) untuk optimalisasi latihan lari berbasis internet of things. *Tek. Eng. Sains J*, 2(2), 87-94.
- Nasrulloh, A., Prasetyo, Y., & Apriyanto, K. D. (2018). *Dasar-dasar latihan beban*. Yogyakarta: UNY Pres.
- Nawawiwetu, E. D., & Lutfiya, I. (2020). Factors associated with the ability to perform physical fitness tests with qcst. *Journal of Vocational Health Studies*, 3(3), 97-102.

- Ninzar, K. (2018). Tingkat daya tahan aerobik (Vo2 Max) pada anggota tim futsal Siba Semarang. *e-Jurnal Mitra Pendidikan*, 2(8), 738-749.
- Nirwandi, N. (2018). Tinjauan tingkat VO2 Max pemain sepak bola sekolah sepak bola Bima Junior Bukittinggi. *Jurnal Penjakora*, 4(2), 18-27.
- Noura, M., Atiquzzaman, M., & Gaedke, M. (2019). Interoperability in internet of things: Taxonomies and open challenges. *Mobile networks and applications*, 24(3), 796-809.
- Nugroho, S. (2021). Pengaruh latihan sirkuit terhadap kadar hemoglobin dan daya tahan aerobik. *JORPRES (Jurnal Olahraga Prestasi)*, 17(1), 2021.
- Nystoriak, M. A., & Bhatnagar, A. (2018). Cardiovascular effects and benefits of exercise. *Frontiers in cardiovascular medicine*, 5, 135.
- O'Brien-Smith, J., Fransen, J., Sheehan, W. B., Lenoir, M., Bennett, K., & Smith, M. R. (2021). Collective behaviour in high and low-level youth soccer teams. *Science and Medicine in Football*, 1-8.
- Orangi, B. M., Yaali, R., Bahram, A., van der Kamp, J., & Aghdasi, M. T. (2021). The effects of linear, nonlinear, and differential motor learning methods on the emergence of creative action in individual soccer players. *Psychology of Sport and Exercise*, 56, 102009.
- Pageaux, B., & Lepers, R. (2018). The effects of mental fatigue on sport-related performance. *Sport and the Brain: The Science of Preparing, Enduring and Winning*, Part C (1st ed.). Canada, France: Elsevier B.V.
- Paramitha, S. T., Imanudin, I., Hardwis, S., & Suwanta, D. M. (2020, January). Development of basic football learning techniques (kicking) through digitalization of learning material. In *3rd International Conference on Innovative Research Across Disciplines (ICIRAD 2019)* (pp. 419-424). Atlantis Press.
- Passos, J., Lopes, S. I., Clemente, F. M., Moreira, P. M., Rico-González, M., Bezerra, P., & Rodrigues, L. P. (2021). Wearables and Internet of Things (IoT) technologies for fitness assessment: a systematic review. *Sensors*, 21(16), 5418.
- PavloviÄ, R., MihajloviÄ, I., & RaduloviÄ, N. (2021). Functional capabilities of runners: estimation of maximal oxygen consumption (VO2max) and heart rate percentage (% HRmax) based on running results. *Advances In Health And Exercise*, 1(1), 1-6.

- Popa, A., Hnatiuc, M., Paun, M., Geman, O., Hemanth, D. J., Dorcea, D., ... & Ghita, S. (2019). An intelligent IoT-based food quality monitoring approach using low-cost sensors. *Symmetry*, *11*(3), 374.
- Prasetyo, A. P. P., Hardiyanti, R., & Hermansyah, A. (2022). Sistem perekam detak jantung berbasis internet of things (IoT) dengan menggunakan pulse heart rate sensor. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, *8*(2), 338-348.
- Pratama, L., & Kushartanti, W. (2018, December). The effects of circuit and fartlek exercise method and peak expiratory flow on Vo2max. In *2nd Yogyakarta International Seminar on Health, Physical Education, and Sport Science (YISHPESS 2018) and 1st Conference on Interdisciplinary Approach in Sports (CoIS 2018)* (pp. 310-315). Atlantis Press.
- Putra, M. P., Kristiyanto, A., & Rachma, N. (2019). Correlation of physical conditions and anthropometric factors for the risk of sports injuries. *Journal of Education, Health and Sport*, *9*(4), 513-519.
- Ratno, P., Zulfachri, Z., Hasibuan, R., & Nusri, A. (2021). Pengaruh pemulihan latihan aktif terhadap pemulihan denyut nadi istirahat setelah melakukan latihan maksimal pada tim futsal FIK UNIMED. *Jurnal Ilmu Keolahragaan*, *16*(2), 37-47.
- Reinfurt, L., Breitenbücher, U., Falkenthal, M., Leymann, F., & Riegg, A. (2019). Internet of things patterns for communication and management. In *Transactions on Pattern Languages of Programming IV* (pp. 139-182). Springer, Cham.
- Rejeb, A., Rejeb, K., Simske, S., Treiblmaier, H., & Zailani, S. (2022). The big picture on the internet of things and the smart city: a review of what we know and what we need to know. *Internet of Things*, *19*, 100565.
- Relida, N., Jannah, P. M., & Permata, A. (2022). Pengaruh circuit training meningkatkan kapasitas Vo2max pada insan olahraga. *Jurnal Ilmiah Fisioterapi*, *5*(01), 29-34.
- Rico-González, M., Pino-Ortega, J., & Ardigò, L. P. (2021). Playing non-professional football in covid-19 time: a narrative review of recommendations, considerations, and best practices. *International journal of environmental research and public health*, *18*(2), 568.
- Romadhoni, D. L., Herawati, I., & Pristianto, A. (2018). Pengaruh pemberian circuit training terhadap peningkatan vo2max pada pemain futsal di Maleo Futsal Magetan. *Jurnal Kesehatan*, *11*(1), 43-48.

- Rommers, N., Rössler, R., Verhagen, E., Vandecasteele, F., Verstockt, S., Vaeyens, R., ... & Witvrouw, E. (2020). A machine learning approach to assess injury risk in elite youth football players. *Medicine and science in sports and exercise*, 52(8), 1745-1751.
- Rozie, F. (2016). Rancang bangun alat monitoring jumlah denyut nadi/jantung berbasis android. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 1(1).
- Rusnawati, R. D., & Hariyati, R. T. S. (2022). Implementasi internet of things pada layanan kesehatan (literature review). *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 1(8), 569-574.
- Saleh, M. (2019). Latihan dan aktivitas fisik untuk meningkatkan kesejahteraan psikologis. *Journal Power Of Sports*, 2(1), 12-22.
- Saro, F. S., Sompie, S. R., & Allo, E. K. (2018). Rancang bangun alat simulasi latihan menembak berbasis arduino uno. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 7(3), 251-258.
- Scheede-Bergdahl, C., Minnella, E. M., & Carli, F. (2019). Multi-modal prehabilitation: addressing the why, when, what, how, who and where next?. *Anaesthesia*, 74, 20-26.
- Setiadi, D., & Muhaemin, M. N. A. (2018). Penerapan internet of things (IoT) pada sistem monitoring irigasi (smart irigasi). *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, 3(2), 95-102.
- Setianugraha, A., & Yuliyanto, R. (2022). Perbedaan pengaruh latihan passing dengan posisi tetap dan berubah terhadap ketepatan passing sepak bola pada atlet putra usia 12-14 tahun SSB Persema Manang tahun 2021. *Jurnal Ilmiah Spirit*, 22(1), 100-112.
- Sindall, P. (2020). Physiological determinants of endurance performance: maximal oxygen uptake (VO₂max). *A Comprehensive Guide to Sports Physiology and Injury Management: an interdisciplinary approach*, 137.
- Sitompul, G. G., Sinulingga, A., & Dewi, R. (2021). Kandungan buah bit (beta vulgaris l) dalam peningkatkan daya tahan V02 MAX pada atlet futsal. In *Prosiding Seminar & Conference Nasional Keolahragaan* (Vol. 1, No. 1).
- Slaidiņš, K., & Fernāte, A. (2021, May). Analysis on classification of football technique. In *Society. Integration. Education. Proceedings of the International Scientific Conference* (Vol. 4, pp. 456-467).

- Smys, S. (2020). A survey on internet of things (IoT) based smart systems. *Journal of ISMAC*, 2(04), 181-189.
- Stark, E., Kučera, E., Haffner, O., Drahoš, P., & Leskovský, R. (2020). Using augmented reality and internet of things for control and monitoring of mechatronic devices. *Electronics*, 9(8), 1272.
- Stout, W. M., & Urias, V. E. (2016, October). Challenges to securing the Internet of Things. In *2016 IEEE International Carnahan Conference on Security Technology (ICCST)* (pp. 1-8). IEEE.
- Su, L., Fu, J., Sun, S., Zhao, G., Cheng, W., Dou, C., & Quan, M. (2019). Effects of HIIT and MICT on cardiovascular risk factors in adults with overweight and/or obesity: A meta-analysis. *PloS one*, 14(1), e0210644.
- Sukadiyanto. (2011). *Pengantar teori dan metodologi melatih fisik*. Bandung: CV Lubuk Agung.
- Tabaa, M., Monteiro, F., Bensag, H., & Dandache, A. (2020). Green industrial Internet of Things from a smart industry perspectives. *Energy Reports*, 6, 430-446.
- Taufikkurrachman, T., Wardathi, A. N., Rusdiawan, A., Sari, R. S., & Kusumawardhana, B. (2021). Olahraga kardio dan tabata: Rekomendasi untuk menurunkan lemak tubuh dan berat badan. *Jendela Olahraga*, 6(1), 197-212.
- Utomo, B., Luthfiah, S., Mudjiono, U., & Hamzah, T. (2019, November). The real-time vital sign monitor for heart rate and spo2 parameter using internet of things technology. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1373, No. 1, p. 012028). IOP Publishing.
- Warsito, T. (2020). Produktivitas sebagai penentu disparitas pendapatan antar daerah di Indonesia. *Jurnal Ilmiah MEA (Manajemen, Ekonomi, & Akuntansi)*, 4(3), 938-956.
- Wibowo, A. T., & Falaahudin, A. (2019). Status VO 2 Max dan denyut nadi istirahat mahasiswa Progam Studi Ilmu Keolahragaan Universitas Mercu Buana Yogyakarta tahun ajaran 2017/2018. *Jurnal Pendidikan Jasmani dan Keolahragaan*, 2(1), 59-69.
- Yiannaki, C., Barron, D. J., Collins, D., & Carling, C. (2020). Match performance in a reference futsal team during an international tournament—implications for talent development in soccer. *Biology of Sport*, 37(2), 147.

- Yuliarto, H. (2021). Analisis indeks aiken untuk mengukur validitas isi instrumen komitmen tugas bermain sepak bola. *Jurnal Pendidikan Jasmani Indonesia*, 17(1).
- Yundra, E. (2019). Rancang bangun deteksi detak jantung manusia dengan metode pulse sensor berbasis iot (internet of things). *Jurnal Teknik Elektro*, 8(1).
- Yustika, G. P. (2018). Fisiologi dalam permainan sepak bola profesional: Studi literatur. *Jurnal Pendidikan Olah Raga*, 7(1), 22-39.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Izin Validasi



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

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

Nomor : B/1.214 /UN34.16/PK.03.08/2021 22 Desember 2021
Lamp. : -
Hal : Permohonan Validasi

Yth. Bapak:
Prof. Dr. Siswantoyo, M.Kes.
di tempat

Dengan hormat, kami mohon Bapak bersedia menjadi Validator Media bagi mahasiswa:

Nama : Riski Iqbal Fauzan Paputungan
NIM : 19711251070
Prodi : S-2 Ilmu Keolahragaan
Pembimbing : Dr. Pangung Sutapa, M.S.
Judul : PENGEMBANGAN GELANG DETEKSI DETAK NADI BERBASIS IOT
(INTERNET OF THINGS) UNTUK LATIHAN ENDURANCE PADA
CABANG OLAHRAGA SEPAK BOLA

Kami sangat mengharapkan Bapak dapat mengembalikan hasil validasi paling lambat 2 (dua) minggu. Atas perkenan dan kerja samanya kami ucapkan terimakasih.



Wakil Dekan
Bidang Akademik dan Kerja Sama,

Dr. Yudik Prasetyo, M.Kes.
NIP.19820815 200501 1 002

Lanjutan Lampiran 1.



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

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

Nomor: B/1.215 /UN34.16/PK.03.08/2021

22 Desember 2021

Lamp. : -

Hal : Permohonan Validasi

Yth. Bapak:

Dr. Sulistiyono, M.Pd.

di tempat

Dengan hormat, kami mohon Bapak bersedia menjadi Validator Materi bagi mahasiswa:

Nama : Riski Iqbal Fauzan Paputungan

NIM : 19711251070

Prodi : S-2 Ilmu Keolahragaan

Pembimbing : Dr. Panggung Sutapa, M.S.

Judul : PENGEMBANGAN GELANG DETEKSI DETAK NADI BERBASIS IOT
(INTERNET OF THINGS) UNTUK LATIHAN ENDURANCE PADA
CABANG OLAHRAGA SEPAK BOLA

Kami sangat mengharapkan Bapak dapat mengembalikan hasil validasi paling lambat 2 (dua) minggu. Atas perkenan dan kerja samanya kami ucapkan terimakasih.




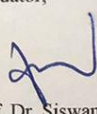
Wakil Dekan

Bidang Akademik dan Kerja Sama,

Dr. Yudik Prasetyo, M.Kes.

NIP.19820815 200501 1 002

Lampiran 2. Keterangan Validasi Ahli Media

	<p>KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS ILMU KEOLAHRAHAAN Jalan Colombo Nomor 1 Yogyakarta 55281, Telepon (0274) 513092, 586168 Fax. (0274) 513092 Laman: fik.uny.ac.id Email: humas_fik@uny.ac.id</p>
<hr/> SURAT KETERANGAN VALIDASI <hr/>	
Yang bertanda tangan dibawah ini:	
Nama	: Prof. Dr. Siswantoyo, M.Kes.
Jabatan/Pekerjaan	: Dosen
Instansi Asal	: UNY
Menyatakan bahwa instrumen penelitian dengan judul:	
PENGEMBANGAN GELANG DETEKSI DETAK NADI BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS) UNTUK LATIHAN ENDURANCE PADA CABANG OLAHRAGA SEPAK BOLA	
dari mahasiswa:	
Nama	: Riski Iqbal Fauzan Paputungan
NIM	: 19711251070
Program Studi	: S-2 Ilmu Keolahragaan
(sudah siap/belum siap)* dipergunakan untuk penelitian dengan menambahkan beberapa saran sebagai berikut:	
1.
2.
3.
Demikian surat keterangan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.	
Yogyakarta,	
Validator,	
	
Prof. Dr. Siswantoyo, M.Kes. NIP 19720310 199903 1 002	

Lanjutan Lampiran 2.

Angket Penilaian Media

LEMBAR REVIEW AHLI MEDIA

Judul Penelitian : Pengembangan Gelang Deteksi Detak Nadi Berbasis IOT (Internet Of Things) Untuk Latihan Endurance Pada Cabang Olahraga Sepak Bola
Peneliti : Riski Iqbal Fauzan Paputungan
Identitas *Reviewer* (Ahli Media)
Nama : Prof. Dr. Siswantoyo, M.Kes
NIP : 197203101999031002
Pekerjaan : Dosen/Staf Pengajar FIK UNY
Jenis Kelamin : Laki-laki

Petunjuk Pengisian

1. Lembar review ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu sebagai ahli media terhadap alat pendeteksi detak nadi berbasis IOT untuk latihan endurance pada olahraga sepak bola yang dikembangkan guna perbaikan alat pendeteksi denyut nadi tersebut.
2. Penilaian dilakukan dengan memberikan tanda check (√) pada kolom penilaian yang tersedia dengan mengacu kriteria penskoran pada rubrik yang ada.

Keterangan:

- 1 = Sangat tidak setuju/sangat tidak layak
 - 2 = Tidak sesuai/tidak layak
 - 3 = Sesuai/layak
 - 4 = Sangat sesuai/sangat layak
3. Saran khusus untuk aspek penilaian yang kurang atau tidak sesuai dengan pengembangan alat pendeteksi denyut nadi ini dapat dituliskan pada kolom komentar atau saran umum.

Atas kesediaan Bapak/ibu untuk mengisi lembar review, peneliti mengucapkan terimakasih.

Lanjutan Lampiran 2.

Aspek media

No	Pernyataan	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
A.	Aspek Tampilan				
1.	Ketepatan penempatan tombol			✓	
2.	Konsistensi tombol			✓	
3.	Kejelasan warna lampu			✓	
4.	Tampilan warna sensor			✓	
5.	Kejelasan sinyal dari lampu sensor			✓	
6.	Kejelasan gambar			✓	
7.	Tampilan design slide			✓	
8.	Kejelasan ukuran huruf			✓	
9.	Ketepatan pemilihan jenis huruf			✓	
10.	Ketepatan design background teknologi			✓	
11.	Kesamaan pemilihan warna tulisan dan background			✓	
12.	Komposisi tiap slide			✓	
13.	Ketepatan ukuran gambar			✓	
14.	Ukuran Tombol			✓	
15.	Kejelasan Tombol			✓	
B.	Aspek Pemrograman				
16.	Estetika penyajian slide			✓	
17.	Kemudahan interaksi dalam mendeteksi data yang telah rekam			✓	
18.	Kejelasan petunjuk penggunaan			✓	
19.	Kejelasan struktur navigasi			✓	
20.	Memiliki daya tarik			✓	

Lanjutan Lampiran 2.

Pertanyaan :

1. Apakah Gelang Deteksi Detak Nadi Berbasis IOT (Internet Of Things) layak sebagai alat bantu untuk latihan endurance pada sepak bola ?

Jawab :

.....
.....
.....
.....
.....

Komentar dan saran

.....
.....
.....
.....
.....

Kesimpulan

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

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

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

Yogyakarta,


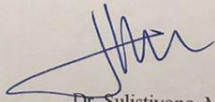
Ahli Media



Prof. Dr. Siswantoyo, M.Kes

NIP. 197203101999031002

Lampiran 3. Keterangan Validasi Ahli Materi

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
	UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
	FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN
	Jalan Colombo Nomor 1 Yogyakarta 55281, Telepon (0274) 513092, 586168 Fax. (0274) 513092 Laman: fik.uny.ac.id Email: humas_fik@uny.ac.id
<hr/>	
SURAT KETERANGAN VALIDASI	
Yang bertanda tangan dibawah ini:	
Nama	: Dr. Sulistiyono, M.Pd.
Jabatan/Pekerjaan	: Dosen
Instansi Asal	: UNY
Menyatakan bahwa instrumen penelitian dengan judul:	
PENGEMBANGAN GELANG DETEKSI DETAK NADI BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS) UNTUK LATIHAN ENDURANCE PADA CABANG OLAHRAGA SEPAK BOLA	
dari mahasiswa:	
Nama	: Riski Iqbal Fauzan Paputungan
NIM	: 19711251070
Program Studi : S-2 Ilmu Keolahragaan	
(sudah siap/belum siap)* dipergunakan untuk penelitian dengan menambahkan beberapa saran sebagai berikut:	
1.
2.
3.
Demikian surat keterangan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.	
Yogyakarta,	
Validator,	
	
Dr. Sulistiyono, M.Pd. NIP 19761212 200812 1 001	

Lanjutan Lampiran 3.

Angket Penilaian Materi

LEMBAR REVIEW AHLI MATERI

Judul Penelitian : Pengembangan Gelang Deteksi Detak Nadi Berbasis IOT (Internet Of Things) Untuk Latihan Endurance Pada Cabang Olahraga Sepak Bola
Peneliti : Riski Iqbal Fauzan Papatungan
Identitas *Reviewer* (Ahli Materi)
Nama : Dr. Sulistiyono, M.Pd.
NIP : 197612122008121001
Pekerjaan : Dosen/Staf Pengajar FIK UNY
Jenis Kelamin : Laki-laki

Petunjuk Pengisian

1. Lembar review ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu sebagai ahli materi terhadap alat pendeteksi denyut nadi berbasis IOT untuk pelatihan endurance pada olahraga sepak bola yang dikembangkan guna perbaikan alat pendeteksi denyut nadi tersebut.
2. Penilaian dilakukan dengan memberikan tanda check (√) pada kolom penilaian yang tersedia dengan mengacu kriteria penskoran pada rubrik yang ada.

Keterangan:

- 1 = Sangat tidak setuju/sangat tidak layak
- 2 = Tidak sesuai/tidak layak
- 3 = Sesuai/layak
- 4 = Sangat sesuai/sangat layak

3. Saran khusus untuk aspek penilaian yang kurang atau tidak sesuai dengan pengembangan alat pendeteksi denyut nadi ini dapat dituliskan pada kolom komentar atau saran umum.

Atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar review, peneliti mengucapkan terimakasih.

Lanjutan Lampiran 3.

Aspek Materi

No.	Pernyataan	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
A.	Aspek Fisik				
1.	Model alat deteksi denyut nadi telah sesuai dengan kebutuhan latihan endurance			✓	
2.	Bentuk dan kerangka alat deteksi denyut nadi sesuai dengan kebutuhan latihan endurance pada sepak bola			✓	
3.	Keakuratan sensor deteksi nadi memberikan data dengan baik			✓	
4.	Strap gelang sudah sesuai dengan kerangka alat deteksi nadi			✓	
5.	Penggunaan alat deteksi denyut nadi ini bisa digunakan pada komponen latihan endurance pada sepak bola			✓	
6.	Alat deteksi nadi ini dapat dijadikan media latihan secara mandiri			✓	
B.	Aspek Penggunaan				
7.	Membantu pelatih dalam latihan endurance pada sepak bola			✓	
8.	Memudahkan pemain dalam mengetahui kondisi fisik mereka			✓	
9.	Penggunaan alat deteksi denyut nadi dalam proses latihan endurance pada sepak bola lebih efektif			✓	
10.	Alat deteksi nadi mudah dipahami sehingga mampu membantu pelatih dan pemain dalam proses latihan			✓	
11.	Cara penggunaan alat deteksi nadi mudah dipahami dan dilakukan			✓	

Lanjutan Lampiran 3.

Pertanyaan :

1. Apakah Gelang Deteksi Detak Nadi Berbasis IOT (Internet Of Things) layak sebagai alat bantu untuk latihan endurance pada sepak bola ?

Jawab :

.....
.....
.....
.....
.....

Komentar dan saran

.....
.....
.....
.....
.....

Kesimpulan

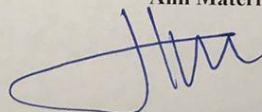
Sesuai dengan hasil penilaian yang telah dilakukan, maka ini dinyatakan:

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

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

Yogyakarta,

Ahli Materi



Dr. Sulistiyono, M.Pd

NIP. 197612122008121001

Lampiran 4. Keterangan Validasi Pelatih

INSTRUMEN PENILAIAN

Nama Responden : *Muhammed Roby Yusuf*
 Pelaku Olahraga : *Pelatih/Pemain*

Judul : Pengembangan Gelang Deteksi Detak Nadi Berbasis IOT (Internet Of Things) Untuk Latihan Endurance Pada Cabang Olahraga Sepak Bola

Lembar penilaian ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat anda sebagai responden pada penelitian Pengembangan Alat Deteksi Detak Nadi Berbasis IOT (Internet Of Things) Untuk Latihan Endurance Pada Cabang Olahraga Sepak Bola. Pendapat, kritik, saran, dan koreksi kualitas alat yang saya kembangkan. Sehubungan dengan hal tersebut saya mengharap kesediaan untuk memberikan respon pada setiap pernyataan sesuai dengan petunjuk dibawah.

Petunjuk Penilaian Instrumen

1. Lembar penilaian ini diisi oleh responden.
2. Berilah tanda check list (✓) pada kolom penilaian yang anda anggap sesuai dengan pertanyaan atau pernyataan.
3. Jika perlu berilah komentar, pendapat atau saran pada kolom yang tersedia.
4. keterangan penilaian
 1. STS = Sangat Tidak Setuju/Sangat Tidak Layak
 2. TS = Tidak Sesuai/Tidak Layak
 3. S = Sesuai/Layak
 4. SS = Sangat Sesuai/Sangat Layak

Berilah tanda check list (✓) dan komentar atau saran pada kolom penilaian, dan kolom keterangan yang tersedia.

No.	Pernyataan	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
A.	Aspek Fisik				
1.	Model alat deteksi nadi sebagai media pelatihan endurance sudah sesuai/layak			✓	
2.	Bentuk dan kerangka alat deteksi detak nadi sesuai dengan kebutuhan latihan endurance pada sepak bola		✓		
3.	Dapat mendeteksi nadi dengan baik			✗	✓
4.	Penggunaan alat deteksi nadi ini dapat digunakan pada komponen latihan endurance pada sepak bola				✓
5.	Pengatur waktu pada alat deteksi nadi sudah sesuai			✓	
6.	Bentuk alat deteksi nadi menarik bagi pemain			✓	

Lanjutan Lampiran 4.

7.	Alat deteksi detak nadi ini dapat dijadikan teman latihan secara mandiri				✓
B.	Aspek Desain				
8.	Komponen-komponen alat sudah sesuai				✓
9.	Straph/tali yang digunakan sudah sesuai		✓		
10.	Ketepatan warna lampu yang digunakan sudah sesuai				✓
11.	Kesesuaian warna lampu dan komponen alat				✓
12.	Desain penggunaan mudah dipahami				✓
C.	Aspek Penggunaan				
13.	Membantu pelatih dalam menyusun variasi latihan endurance pada sepak bola				✓
14.	Memudahkan pemain dalam proses latihan endurance pada sepak bola				✓
15.	Penggunaan alat deteksi detak nadi dalam proses latihan endurance pada sepak bola lebih efektif				✓
16.	Penggunaan alat deteksi detak nadi ini bisa digunakan pada cuaca apapun dan kapanpun		✓		
17.	Alat ini aman digunakan oleh pemain				✓
18.	Untuk menghubungkan alat dan aplikasi menggunakan wifi				✓
19.	Alat deteksi detak nadi mudah di pahami sehingga mampu membantu pelatih dan pemain dalam proses latihan				✓
20.	Cara menghubungkan alat deteksi detak nadi dan aplikasi mudah dipahami dan dilakukan				✓

Lampiran 5. Surat Izin Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN
TEKNOLOGI

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN

Alamat : Jalan Colombo Nomor 1 Yogyakarta 55281
Telepon (0274) 586168, ext. 560, 557, 0274-550826, Fax 0274-513092
Laman: fik.uny.ac.id E-mail: humas_fik@uny.ac.id

Nomor : 752/UN34.16/PT.01.04/2022

18 April 2022

Lamp. : 1 Bendel Proposal

Hal : **Izin Penelitian**

Yth . **SSO Real Madrid Foundation UNY**
Jl. Colombo NO. 1 Yogyakarta

Kami sampaikan dengan hormat, bahwa mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Riski Iqbal Fauzan Papatungan
NIM : 19711251070
Program Studi : Ilmu Keolahragaan - S2
Tujuan : Memohon izin mencari data untuk penulisan Tesis
Judul Tugas Akhir : PENGEMBANGAN GELANG DETEKSI DETAK NADI BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS) UNTUK LATIHAN ENDURANCE PADA CABANG OLAHRAGA SEPAK BOLA
Waktu Penelitian : Selasa, 19 April 2022

Untuk dapat terlaksananya maksud tersebut, kami mohon dengan hormat Bapak/Ibu berkenan memberi izin dan bantuan seperlunya.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya kami sampaikan terima kasih.






Wakil Dekan Bidang Akademik,

Tembusan :

1. Sub. Bagian Akademik, Kemahasiswaan, dan Alumni;
2. Mahasiswa yang bersangkutan.

Dr. Yudik Prasetyo, S.Or., M.Kes.
NIP 19820815 200501 1 002

Lampiran 6. Surat Keterangan Penelitian

		SELABORA SEKOLAH LABORATORIUM OLAHRAGA FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Sekretariat: Kantor Selabora UNY (GOR UNY Sayap Barat), Jl. Colombo no. 1 Yogyakarta telp. 0895-3288-41133		
Nomor	:	046/SELABORA-UNY/IV/2022
Hal	:	Surat Keterangan
Kepada Yth. Wakil Dekan 1 Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Yogyakarta di tempat		
Salam Olahraga! Jaya!		
Dengan Hormat. Yang bertanda tangan dibawah ini Ketua Selabora FIK UNY, menerangkan bahwa:		
Nama	:	Riski Iqbal Fauzan Papatungan
NIM	:	19711251070
Program Studi	:	Ilmu Keolahragaan – S2
Fakultas	:	Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Yogyakarta
Judul Penelitian	:	Pengembangan Gelang Deteksi Detak Nadi Berbasis IOT (<i>Internet Of Things</i>) Untuk Latihan Endurance Pada Cabang Olahraga Sepak Bola
Menerangkan dengan sebenarnya bahwa mahasiswa tersebut diatas telah melaksanakan penelitian di Sekolah Laboratorium Olahraga FIK UNY cabang olahraga Sepakbola SSO Real Madrid Foundation UNY, pada hari Selasa tanggal 19 April 2022.		
Demikian surat ini kami buat, untuk digunakan sebagaimana mestinya.		
Yogyakarta, 22 April 2022 Ketua Selabora FIK UNY		
 SELABORA SEKOLAH LABORATORIUM OLAHRAGA FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA Primasoni, M.Or. NIP. 198405212008121001		

Lampiran 7. Uji Validitas dan Reliabilitas

		Gelang Deteksi Detak Nadi Berbasis IoT	Jam Tangan Pintar M2 Mi Band Xiaomi
Gelang Deteksi Detak Nadi Berbasis IoT	Pearson Correlation	1	.927**
	Sig. (2-tailed)		.003
	N	7	7
Jam Tangan Pintar M2 Mi Band Xiaomi	Pearson Correlation	.927**	1
	Sig. (2-tailed)	.003	
	N	7	7

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.960	2