

**PERBEDAAN DAYA TAHAN KARDIORESPIRASI
DAN *MEAN ARTERIAL PRESSURE* PADA ATLET PRESTASI PON 2024
PROVINSI LAMPUNG CABANG OLAHRAGA BERKOMPONEN
STATIS DAN DINAMIS MAKSIMAL**

(SKRIPSI)

Oleh:

EZEKIAL ZEFANYA

2118011103



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**PERBEDAAN DAYA TAHAN KARDIORESPIRASI
DAN *MEAN ARTERIAL PRESSURE* PADA ATLET PRESTASI PON 2024
PROVINSI LAMPUNG CABANG OLAHRAGA BERKOMPONEN
STATIS DAN DINAMIS MAKSIMAL**

**Oleh :
EZEKIAL ZEFANYA**

Skripsi

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
SARJANA KEDOKTERAN**

Pada

Program Studi Pendidikan Dokter
Fakultas Kedokteran Universitas Lampung



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

Judul Skripsi

: **Perbedaan Daya Tahan Kardiorespirasi dan Mean Arterial Pressure pada Atlet Prestasi PON 2024 Provinsi Lampung Cabang Olahraga Berkomponen Statis dan Dinamis Maksimal**

Nama Mahasiswa

: Ezekial Zefanya

No. Pokok Mahasiswa

: 2118011103

Program Studi

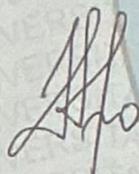
: Pendidikan Dokter

Fakultas

: Kedokteran

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

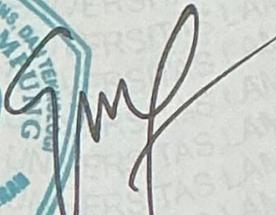


Dr. dr. Khairun Nisa Berawi,
S.Ked., M.Kes., AIFO-K
NIP. 19740226 2001122 002



Linda Septiani, S.Si., M.Sc
NIP. 19900928 2022032 010

2. Dekan Fakultas Kedokteran

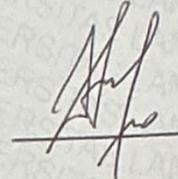


Dr. dr. Evi Kurniawaty, S.Ked., M.Sc
NIP. 19760120 2003122 001

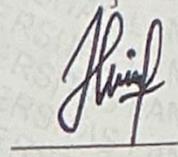
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. dr. Khairun Nisa Berawi,**
S.Ked., M.Kes., AIFO-K

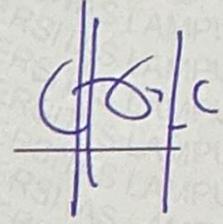


Sekretaris : **Linda Septiani, S.Si., M.Sc**



Penguji

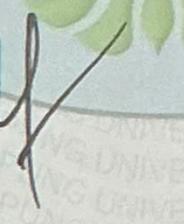
Bukan Pembimbing : **Prof. Dr. Dyah Wulan Sumekar**
Rengganis Wardani, SKM., M.Kes



2. Dekan Fakultas Kedokteran



Dr. dr. Evi Kurniawaty, S.Ked., M.Sc
NIP. 19760120 2003122 001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 16 Januari 2025

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Skripsi dengan judul **“Perbedaan Daya Tahan Kardiorespirasi dan *Mean Arterial Pressure* pada Atlet Prestasi PON 2024 Provinsi Lampung Cabang Olahraga Berkomponen Statis dan Dinamis Maksimal”** adalah karya sendiri dan tidak dilakukan plagiarisme dan pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan tata cara ilmiah yang berlaku dalam lingkungan akademik. Hak Intelektual dari karya ilmiah ini sepenuhnya diserahkan kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini apabila di kemudian hari ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan sesuai peraturan yang berlaku kepada saya.

Bandar Lampung, 11 Februari 2025

Penulis



Ezekial Zefanya

NPM. 2118011103

RIWAYAT HIDUP

Ezekial Zefanya lahir di Jakarta pada tanggal 24 Mei 2003. Penulis merupakan putra tunggal dari pasangan Bapak Enos Zacharia Sitepu, S.E., dan mendiang Ibu Betty Tambunan, S.E. Penulis menempuh pendidikan di Taman Kanak – Kanak (TK) Lautan Kasih Ibu pada tahun 2007 – 2009, Sekolah Dasar (SD) Santa Lusia Bekasi pada tahun 2009 – 2015, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Santa Lusia Bekasi pada tahun 2015 – 2017, pindah sekolah ke SMP Katolik Pamardi Yuwana Bhakti pada tahun 2017 – 2018, dan Sekolah Menengah Atas Santo Bellarminus Bekasi pada tahun 2018 – 2021. Selama menjadi siswa, penulis aktif dalam mengikuti perlombaan *Speech*, *Story Telling*, dan *Poetry* di berbagai sekolah dan universitas. Penulis juga bergabung dalam Organisasi Siswa Intra Sekolah SMA Santo Bellarminus Bekasi.

Pada tahun 2021, penulis berhasil masuk sebagai mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Lampung program studi Pendidikan Dokter melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis bergabung dalam beberapa organisasi tingkat fakultas. Penulis menjadi anggota Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dinas Kajian Aksi Strategis dan Advokasi (Kastrad) sebagai Staf Muda pada tahun 2022, Staf pada tahun 2023, dan Staf Ahli pada tahun 2024. Organisasi lain yang diikuti adalah *Center for Indonesian Medical Students' Activities (CIMS)* dan menjadi Ketua Persekutuan Mahasiswa Kristen Oikumene (Permako) Medis FK Unila pada tahun 2024. Penulis juga aktif menjadi panitia dalam beberapa acara kedokteran sebagai *Master of Ceremony (MC)* Utama, seperti Pertemuan Ilmiah Tahunan ke – 25 Himpunan Obstetri dan Ginekologi Sosial Indonesia tahun 2023, *International Conference on Medical Science and Health (ICOMESH)* tahun 2024, dan acara Seminar dan Pelantikan Lingkaran Alumni Fakultas Kedokteran Universitas Lampung tahun 2024, serta beberapa periode Sumpah Dokter Universitas Lampung sepanjang tahun 2022 dan 2023.

*Orang-orang yang menabur dengan
mencucurkan air mata, akan menuai
dengan bersorak-sorai.*

*Orang yang berjalan maju
dengan menangis sambil menabur benih,
pasti pulang dengan sorak-sorai sambil
membawa berkas-berkasnya.*

Mazmur 126 : 5 - 6

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, penyertaan, dan kasih karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul : “Perbedaan Daya Tahan Kardiorespirasi dan Mean Arterial Pressure pada Atlet Prestasi PON 2024 Provinsi Lampung Cabang Olahraga Berkomponen Statis dan Dinamis Maksimal” tepat pada waktunya.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran di Fakultas Kedokteran Universitas Lampung. Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis mendapatkan saran, bimbingan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis dengan tulus ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus, yang telah teramat baik menyertai kehidupan penulis sejak dalam kandungan sampai kepada titik ini, melingkupi dengan kasih dan karunia, memberikan kekuatan dan ketabahan, serta menjadi alasan penulis untuk terus berjalan. Terima kasih telah menjadi tempat yang hangat bagi penulis untuk mencururkan air mata dan menggantungkan harapan setinggi – tingginya;
2. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani D. E. A., IPM., selaku Rektor Universitas Lampung;
3. Dr. dr. Evi Kurniawati, M. Sc., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung
4. dr. Intanri Kurniati, Sp.PK., selaku Kepala Program Studi S1 Pendidikan Dokter Universitas Lampung;
5. Dr. dr. Khairun Nisa Berawi, M.Kes., AIFO-K, selaku pembimbing utama yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan bantuan, dukungan, serta masukan dalam proses penyelesaian skripsi penulis;

6. Ibu Linda Septiani, S.Si., M.Sc., selaku pembimbing kedua yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan dukungan, arahan, dan menyalurkan ilmu kepada penulis dalam proses menyusun skripsi;
7. Prof. Dr. Dyah Wulan Sumekar Rengganis Wardani, SKM., M.Kes., selaku pembahas penulis yang telah memberikan masukan, kritik, ilmu, serta arahan dalam proses penyelesaian skripsi penulis;
8. Seluruh Dosen dan Civitas Akademika Fakultas Kedokteran Universitas Lampung atas kesempatan dan tenaga yang memungkinkan penulis menimba ilmu dan menjalani perkuliahan dengan baik;
9. Papa dan Mama yang tersayang, Enos Zacharia Sitepu, S.E., Mendiang Betty Tambunan, S.E., serta Mama Dessy Tiomora Rajagukguk, atas setiap doa yang dipanjatkan, dukungan, motivasi, kesabaran, serta kasih sayang yang menyertai penulis sedari kecil sampai dengan saat ini;
10. Bulang dan Ribu tersayang, Jenda Sitepu dan Norma Perangin-angin, atas doa, kasih sayang, dan dukungan kepada penulis, serta kisah perjalanan hidup Bulang dan Ribu yang membuat penulis berjanji untuk hidup penuh rendah hati, mengandalkan Tuhan, dan berbakti kepada sesama;
11. Keluarga Besar Sitepu, yang setia mendoakan, menghibur, dan memberikan nasehat kepada penulis dalam melewati setiap perjalanan kehidupan;
12. Nenek Pondok Kelapa (Zubaidah Tambunan) beserta Keluarga Besar Tambunan, yang setia mendoakan, menghibur, dan menaruh harapan kepada penulis untuk selalu bersemangat dalam menggapai cita-cita;
13. Sahabat “Aviceunah”, Talitha Verizka, Andika Kurnia Putra, dan Satria Rizqi Ilhamy, yang telah berbagi suka dan duka bersama penulis selama masa perkuliahan serta memberikan bantuan dan masukan dalam proses penyusunan skripsi;
14. Sahabat penulis, Salwa, Azqiya, Najwa, Dea, Jania, Fauzan, Irsyad, Fadhli, Dustin yang telah menghibur dan kebersamai penulis selama masa perkuliahan;
15. Sahabat “Alyshot”, yaitu Cecil, Fathia, Nisrina, Fai, Aina, dan Aini yang telah memberikan menghibur dan membantu penulis selama masa perkuliahan;

16. Rekan-rekan Permako Medis yang telah memberikan dukungan doa dan menjadi wadah penulis untuk bersekutu di dalam Tuhan;
17. Kelompok Kecil Immanuel, dibina oleh dr. Ahmad Ricardo Syukur Silalahi, Sp.And. dan keluarga, yang juga telah memberikan dukungan doa, semangat, dan menjadi wadah penulis untuk bersekutu di dalam Tuhan;
18. Teman seperbimbingan baik pembimbing satu maupun dua, yang telah berjuang dan bahu – membahu saling membantu selama proses penyusunan skripsi;
19. Keluarga Besar Fakultas Kedokteran Universitas Lampung Angkatan 2021 yang memberikan pengalaman dan kenangan yang baik bagi penulis;
20. Gereja Bethel Indonesia Malahayati Rayon 17 Lampung, yang telah menjadi tempat berlabuh bagi penulis untuk mengadu perasaan, menabur air mata, menaikkan banyak doa dan harapan, serta ucapan syukur kepada Tuhan Yesus;
21. Pihak – pihak lain yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini yang belum penulis sebutkan satu per satu.

**PERBEDAAN DAYA TAHAN KARDIORESPIRASI
DAN *MEAN ARTERIAL PRESSURE* PADA ATLET PRESTASI PON 2024
PROVINSI LAMPUNG CABANG OLAAHRAGA BERKOMPONEN
STATIS DAN DINAMIS MAKSIMAL**

**Oleh :
Ezekial Zefanya**

ABSTRAK

Pendahuluan: Daya tahan kardiorespirasi dan *Mean Arterial Pressure* (MAP) merupakan parameter penting untuk menilai kebugaran dan fungsi kardiovaskular atlet. Cabang olahraga dapat dikategorikan menjadi olahraga berkomponen statis dan dinamis, masing-masing memiliki tuntutan fisiologis yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan daya tahan kardiorespirasi dan MAP pada atlet cabang olahraga berkomponen statis dibandingkan dengan dinamis.

Metode: Penelitian ini menggunakan desain deskriptif analitik dengan pendekatan *cross sectional*. Pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik *total sampling*. Data berupa nilai VO_2 Max dan nilai tekanan darah sistolik dan diastolik dari kelompok atlet yang dipilih. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober - Desember tahun 2024. Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan di Stadion Sumpah Pemuda dan Kantor Komite Nasional Olahraga Indonesia Provinsi Lampung, Kecamatan Way Halim, Kota Bandar Lampung.

Hasil: Berdasarkan jenis kelamin mayoritas sampel adalah laki-laki dengan cabang olahraga statis maksimal. Rata-rata usia atlet laki-laki adalah 20.39. Rata-rata IMT adalah 20.39. Rata-rata MAP adalah 91.72 dan rata-rata VO_2 Max adalah 47.72. Pada atlet perempuan rata-rata usia adalah 20.54, rata-rata IMT adalah 22.88, rata-rata MAP adalah 87.92 dan rata-rata VO_2 Max adalah 39.75. Tidak ditemukan perbedaan nilai VO_2 Max pada atlet olahraga statis dan dinamis baik laki-laki dan perempuan (Laki-laki, $p = 0.480$; perempuan, $p = 0.965$). Tidak ditemukan perbedaan nilai MAP pada atlet olahraga statis dan dinamis laki-laki ($p = 0.921$). Ditemukan perbedaan signifikan nilai MAP pada atlet olahraga statis dan dinamis perempuan ($p = 0.004$).

Kesimpulan: Hasil analisis nilai MAP atlet perempuan olahraga dinamis maksimal dan statis maksimal memiliki nilai p sebesar 0.004 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan secara statistik.

Kata kunci: *Mean Arterial Pressure*; Olahraga dinamis; Olahraga statis; VO_2 Max

**DIFFERENCES IN CARDIORESPIRATION ENDURANCE
AND MEAN ARTERIAL PRESSURE IN ATHLETES OF PON 2024
LAMPUNG PROVINCE IN SPORTS WITH MAXIMUM STATIC
AND DYNAMIC COMPONENTS**

**By :
Ezekial Zefanya**

ABSTRACT

Introduction: *Cardiorespiratory endurance and Mean Arterial Pressure (MAP) are important parameters for assessing athletes' cardiovascular fitness and function. Sports can be categorized into static and dynamic component sports, each of which has different physiological demands. This study aims to analyze the differences in cardiorespiratory endurance and MAP in athletes of static component sports compared to dynamic.*

Methods: *This study used a descriptive analytic design with a cross sectional approach. Sampling in this study used the total sampling technique. The data taken is in the form of VO₂Max values and systolic and diastolic blood pressure values from the selected group of athletes. This research will be conducted in October – December 2024. Data collection in this study was carried out at the Sumpah Pemuda Stadium and the Lampung Province Indonesian National Sports Committee Office, Way Halim District, Bandar Lampung City.*

Results: *Based on gender, the majority of the sample was male with maximum static sports. The average age of male athletes is 20.39. The average BMI is 20.39. The average MAP is 91.72 and the average VO₂Max is 47.72. then in Female athletes the average age is 20.54, the average imt is 22.88, the average MAP is 87.92 and the average VO₂Max is 39.75. There was no difference in VO₂ Max values in male and female static and dynamic sports athletes (Male, $p = 0.480$; female, $p = 0.965$). There was no difference in MAP values in male static and dynamic sports athletes ($p = 0.921$). There was a significant difference in MAP values in female static and dynamic sports athletes ($p = 0.004$).*

Conclusion: *The results of the analysis of the MAP value of female athletes in maximum dynamic and maximum static sports have a p value of 0.004 indicating that there is a statistically significant difference.*

Keywords: *Mean Arterial Pressure; Dynamic sports; Static sports; VO₂Max.*

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.3.1 Tujuan Umum	6
1.3.2 Tujuan Khusus.....	6
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.4.1 Manfaat Teoritis	7
1.4.2 Manfaat Praktis	7
1.4.3 Bagi Institusi	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Kardiorespirasi dan Konsumsi Oksigen Maksimum (<i>VO₂ max</i>).....	8
2.1.1 Sistem Kardiorespirasi	8
2.1.2 Fisiologi Sistem Kardiorespirasi	10
2.1.3 Volume dan Kapasitas Paru.....	14
2.1.4 Daya Tahan Kardiorespirasi.....	16
2.1.5 Pengukuran Daya Tahan Kardiorespirasi.....	18
2.1.6 Hubungan Sistem Kardiovaskular dan Respirasi.....	19

2.2 Mean Arterial Pressure	21
2.2.1 Definisi Mean Arterial Pressure	21
2.2.2 Komponen yang Mempengaruhi <i>Mean Arterial Pressure</i>	22
2.2.3 Pengukuran Mean Arterial Pressure	23
2.2.4 Korelasi Klinis <i>Mean Arterial Pressure</i>	24
2.3 Atlet dan Latihan Fisik	25
2.4 Jenis Olahraga Statis dan Dinamis Maksimal	29
2.4.1 Futsal	30
2.4.2 Atletik	31
2.4.3 Judo	31
2.4.4 Bulutangkis	32
2.4.5 Hockey	33
2.4.6 Hapkido	34
2.4.8 Karate	35
2.5. Kerangka Teori	38
2.6 Kerangka Konsep	39
2.7 Hipotesis	39
BAB III METODE PENELITIAN	40
3.1 Desain Penelitian	40
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	40
3.3 Populasi dan Sampel	40
3.4 Variabel Penelitian	42
3.5 Definisi Operasional	43
3.6 Prosedur Penelitian	45
3.7 Alur Penelitian	45
3.8 Pengolahan dan Analisis Data	46

3.9 Etika Penelitian	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
4.1 Gambaran Penelitian	47
4.2 Hasil	47
4.2.1 Uji Normalitas	47
4.2.2 Analisis Univariat.....	49
4.2.3 Analisis Bivariat.....	51
4.3 Pembahasan	53
4.4 Keterbatasan Penelitian.....	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN.....	63
Lampiran 1. Lembar Persetujuan Etik	64
Lampiran 2. Lembar Penjelasan dan Informed Consent.....	65
Lampiran 3. Lembar Sertifikat Kalibrasi Alat Kesehatan.....	67
Lampiran 4. Uji Statistik.....	68
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian.....	73

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian Terdahulu.....	37
2. Definisi Operasional	43
3. Uji Normalitas Atlet Laki-laki	48
4. Uji Normalitas Atlet Perempuan	48
5. Karakteristik Kualitatif Subjek Penelitian	49
6. Karakteristik Atlet Laki-laki.....	49
7. Karakteristik Atlet Perempuan.....	50
8. Karakteristik Kualitatif Subjek Penelitian Laki-laki.....	50
9. Karakteristik Kualitatif Subjek Penelitian Perempuan.....	50
10. Distribusi IMT Atlet Laki-laki Berdasarkan Kemenkes RI	51
11. Distribusi IMT Atlet Perempuan Berdasarkan Kemenkes RI	51
12. Analisis Bivariat Nilai VO ₂ Max Atlet Laki-laki	51
13. Analisis Bivariat Nilai VO ₂ Max Atlet Perempuan	52
14. Analisis Bivariat Nilai MAP Atlet Laki-laki	52
15. Analisis Bivariat Nilai MAP Atlet Perempuan.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Alveolus dan Kapiler Paru	12
2. Volume dan Kapasitas Paru.....	16
3. Klasifikasi Olahraga Statis dan Dinamis	29
4. Kerangka Teori.....	38
5. Kerangka Konsep.....	39
6. Alur Penelitian	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Lembar Persetujuan Etik	64
Lampiran 2 : Lembar Penjelasan dan Informed Consent.....	65
Lampiran 3 : Lembar Sertifikat Kalibrasi Alat Kesehatan.....	67
Lampiran 4 : Uji Statistik.....	68
Lampiran 5 : Dokumentasi Penelitian.....	73

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pekan Olahraga Nasional (PON) adalah acara olahraga yang terbesar dan paling bergengsi di Indonesia. PON dimulai sejak tahun 1948 di kota Solo, dan terakhir dilaksanakan pada tahun 2021 di Papua. Acara PON dilaksanakan setiap 4 tahun sekali dan dilakukan dengan persiapan yang matang baik dari segi peserta maupun sarana-prasarana di kota yang terpilih menjadi tuan rumah PON. Peraturan Pemerintah Nomor 17 tahun 2007 pasal 10 menyatakan bahwa tujuan menyelenggarakan PON adalah untuk persatuan dan kesatuan bangsa, menjangkau bibit atlet prestasi yang memiliki potensial, serta meningkatkan prestasi olahraga (Guntoro *et al.*, 2022).

Peningkatan prestasi olahraga berkaitan dengan sumber daya manusia, dalam hal ini adalah atlet prestasi yang berlaga pada acara PON. Atlet prestasi adalah atlet yang telah berlaga pada ajang kompetisi olahraga baik regional maupun nasional dan mencapai hasil atau kemenangan pada kompetisi yang telah diikutinya. Adaptasi fisik pada atlet prestasi terjadi secara kronis melalui latihan fisik yang dilakukan secara rutin, sehingga perubahan pada komponen kardiovaskular dan respirasi diharapkan sudah dapat terlihat untuk dapat diteliti (Akbar dan Abidin, 2015).

Fisiologi olahraga merupakan ilmu yang mempelajari perubahan fungsional pada tubuh seseorang sebagai respon terhadap aktivitas fisik yang dilakukan dalam periode tertentu baik dalam satu sesi maupun sesi yang diulang secara teratur (Sherwood, 2016). Ilmu fisiologi olahraga mempelajari mengenai mekanisme kerja sistem tubuh, respon tubuh terhadap lingkungan, penyesuaian

organ tubuh terhadap latihan olahraga baik yang rutin maupun tidak rutin, efektivitas obat dan terapi medis terhadap peningkatan kebugaran tubuh, serta risiko cedera yang terjadi pada tubuh (Kuncoro *et al.*, 2023). Homeostasis tubuh sebetulnya mengalami proses adaptasi ketika dilakukan olahraga. Tubuh melakukan perubahan-perubahan dalam upaya memenuhi kebutuhan yang meningkat dan mempertahankan homeostasis. Salah satu faktor yang merespon cepat olahraga adalah jantung. Jantung akan meningkatkan denyutnya untuk memenuhi kebutuhan oksigen kepada otot yang aktif ketika berolahraga (Sherwood, 2016). Peningkatan denyut ini ada pengukurannya dan tidak disarankan untuk melewati batas (Puspasari *et al.*, 2018). Untuk itu, fisiologi olahraga hadir bertujuan untuk memahami bagaimana kondisi kesehatan dapat mendukung aktivitas fisik dan mencegah cedera, serta bagaimana olahraga dapat meningkatkan kualitas hidup secara keseluruhan.

Latihan olahraga pada atlet prestasi yang dilakukan terprogram bertujuan untuk meningkatkan kebugaran jasmani sebaik mungkin sehingga dapat mencapai prestasi ketika bertanding. Kebugaran kardiorespirasi dapat diartikan sebagai kapabilitas tubuh dalam melakukan kegiatan fisik yang berkelanjutan dan memerlukan keterlibatan sejumlah otot rangka. Komponen kebugaran jasmani salah satunya adalah daya tahan kardiorespirasi. Daya tahan kardiorespirasi yang baik ditandai dengan kadar hemoglobin (Hb) dan ambilan Volume Oksigen Maksimum (VO_2 max) yang tinggi. Keduanya menjadi indikator apakah jantung dan paru-paru mampu mensuplai oksigen dan energi selama aktivitas berlangsung (Wulandari *et al.*, 2022). Volume ambilan oksigen maksimum adalah tingkat tertinggi pengambilan oksigen dan digunakan oleh tubuh selama melakukan aktivitas yang berat. Dalam fisiologi olahraga, pengukuran VO_2 max umum untuk dilakukan guna melihat efektivitas latihan fisik dan untuk penyusunan latihan fisik berikutnya (Ibinkule, Enumah, 2016). Kadar VO_2 max tiap orang dapat berbeda dikarenakan pengaruh dari berbagai faktor seperti : umur, jenis kelamin, aktivitas dan olahraga, serta perubahan ketinggian dan kinerja otot ventilator (Noakes *et al.*, 2001).

Olahraga statis dan dinamis maksimal memiliki kaitan dengan VO_2 Max dan *Mean Arterial Pressure* (MAP). Olahraga statis melibatkan kontraksi otot tanpa perubahan panjang otot atau pergerakan sendi, seperti angkat besi dan gulat, yang meningkatkan kekuatan intramuskular tanpa atau minim meningkatkan VO_2 Max. Atlet statis cenderung mengalami hipertrofi konsentrik ventrikel kiri dan ototnya menjadi lebih glikolitik. Sementara itu, olahraga dinamis melibatkan pergerakan sendi dan otot, seperti lari jarak jauh dan sepak bola, yang meningkatkan VO_2 Max dan menghasilkan hipertrofi eksentrik ventrikel kiri, dengan otot menjadi lebih oksidatif. Penggolongan statis dan dinamis ini juga berbeda dengan istilah aerobik dan anaerobik. Olahraga aerobik dan anaerobik dibedakan berdasarkan kebutuhan oksigen, di mana aerobik berlangsung lebih lama dan membutuhkan oksigen, sedangkan anaerobik intensitasnya lebih tinggi dan tidak membutuhkan oksigen. (Mitchell, 2005) Klasifikasi olahraga ini dirancang untuk menjawab apakah seorang atlet dengan kelainan kardiovaskular tertentu dapat dengan aman diizinkan mengikuti olahraga kompetitif. Penilaian terhadap penyakit kardiovaskular sering kali tidak pasti, dapat berubah seiring waktu, dan dipengaruhi oleh latihan fisik. Penggunaan klasifikasi yang berpusat pada karakteristik kardiovaskular diharapkan dapat terlihat perbedaan pada komponen *Mean Arterial Pressure* dan *VO2 Max*, bukan hanya pada penyakit kardiovaskular.

Sampel atlet olahraga statis dan dinamis pada penelitian ini dipilih dari Kontingen Atlet Prestasi PON Provinsi Lampung. Berdasarkan hasil presurvey, dengan pertimbangan jumlah kontingen dan kriteria eksklusi, olahraga yang digunakan pada penelitian ini untuk cabang olahraga statis maksimal adalah Judo, Atletik, Hapkido, Wushu, dan Karate, sedangkan untuk olahraga dinamis maksimal adalah Bulu Tangkis, Futsal, dan Hoki.

Fisiologi olahraga yang mendukung kinerja atletik juga turut memperhatikan sistem sirkulasi. Sistem sirkulasi dalam hal ini termasuk jantung, darah, dan pembuluh darah. Melalui pembuluh darah, darah didorong oleh jantung untuk

beredar ke seluruh tubuh baik ketika tubuh istirahat maupun bergerak. MAP didefinisikan sebagai rerata tekanan dari gaya yang mendorong darah mengalir ke seluruh jaringan seiring denyut jantung (Sherwood, 2016). Penghitungan MAP didasarkan pada rumus yang menyertakan tekanan sistolik dan diastolik. Tekanan sistolik adalah ketika ventrikel melakukan kontraksi dan diastolik adalah ketika ventrikel dalam proses mengisi. Sistol dan diastol terjadi baik pada ventrikel maupun atrium jantung (Pollock, Makaryus, 2022). Sistol dan diastol penentu perhitungan MAP dipengaruhi oleh *cardiac output* dan resistensi pembuluh darah. *Cardiac output* dapat dihitung dari *stroke volume* dikalikan dengan denyut jantung. Peningkatan volume darah akan meningkatkan *preload*, meningkatkan *stroke volume (SV)*, dan karenanya meningkatkan *cardiac output*. *Afterload* juga mempengaruhi *stroke volume*, peningkatan *afterload* akan menurunkan *stroke volume*. *Heart Rate (HR)* dipengaruhi oleh kronotropi, dromotropi, dan lusitropi miokardium (DeMers dan Wachs, 2023). Sedangkan untuk resistensi pembuluh darah dipengaruhi oleh viskositas darah, panjang pembuluh darah, dan radius pembuluh darah, dengan faktor yang paling menentukan adalah radius pembuluh darah (Sherwood, 2016). Pengaturan MAP yang tidak tepat dapat menimbulkan konsekuensi patofisiologis. Aliran darah yang tidak adekuat ke organ dapat mengakibatkan sinkop, dan syok. MAP yang teregulasi dengan baik dapat memenuhi kebutuhan peningkatan oksigen permintaan jantung dan organ vital lainnya, serta mencegah terjadinya kerusakan organ dan *stroke* (Wehrwein dan Joyner, 2014).

Aktivitas fisik terprogram seperti olahraga, atau aktivitas fisik intensitas sedang dapat meningkatkan *cardiac output*. Peningkatan *cardiac output* mengakibatkan meningkatnya jumlah pembuluh darah karena disekresikannya *Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF)* akibat tekanan dan gesekan otot skelet saat latihan. Penelitian yang dilakukan oleh Buana (2017) kepada wanita usia 30-39 tahun menunjukkan ada hubungan antara aktivitas fisik dengan daya tahan kardiorespirasi dan tekanan darah sistolik dan diastolik. Penelitian yang dilakukan oleh Rusdiansyah (2019) aktivitas fisik rutin intensitas sedang pada

pria obesitas tidak memiliki pengaruh bermakna terhadap perubahan MAP. Hasil penelitian yang berbeda ini membuat peneliti ingin melakukan penelitian lebih lanjut terhadap hubungan jenis olahraga dengan perubahan MAP yang akan dilakukan pada atlet cabang olahraga berkomponen statis maksimal dan dinamis maksimal (Buana, 2012; Rusdiansyah, 2019).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang di atas, didapatkan rumusan masalah, yaitu apakah terdapat perbedaan daya tahan kardiorespirasi dan *Mean Arterial Pressure* (MAP) pada Atlet Prestasi PON 2024 Provinsi Lampung cabang olahraga berkomponen statis dengan dinamis maksimal?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui perbedaan nilai daya tahan kardiorespirasi dan *Mean Arterial Pressure* (MAP) pada Atlet Prestasi PON 2024 Provinsi Lampung cabang olahraga berkomponen statis dengan dinamis maksimal.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui perbedaan nilai daya tahan kardiorespirasi (VO2 Max) pada atlet laki-laki cabang olahraga berkomponen statis dengan dinamis maksimal.
2. Mengetahui perbedaan nilai daya tahan kardiorespirasi (VO2 Max) pada atlet perempuan cabang olahraga berkomponen statis dengan dinamis maksimal.
3. Mengetahui perbedaan nilai *Mean Arterial Pressure* (MAP) pada atlet laki-laki cabang olahraga berkomponen statis dengan dinamis maksimal.
4. Mengetahui perbedaan nilai *Mean Arterial Pressure* (MAP) pada atlet perempuan cabang olahraga berkomponen statis dengan dinamis maksimal.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah khasanah keilmuan fisioterapi terapan khususnya mengetahui bagaimana pengaruh olahraga statis dan dinamis maksimal terhadap VO_2 max tubuh dan MAP.

1.4.2 Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi masyarakat untuk dapat melakukan aktivitas fisik olahraga yang dapat meningkatkan daya tahan kardiorespirasi secara optimal yang dinilai melalui perubahan volume oksigen maksimal, serta memantau kesehatan kardiovaskular melalui nilai MAP.

1.4.3 Bagi Institusi

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi untuk mengetahui aktivitas fisik yang dapat meningkatkan daya tahan kardiorespirasi secara optimal yang dinilai melalui perubahan VO_2 max dan memantau kesehatan kardiovaskular melalui nilai MAP, serta untuk menginisiasi penelitian lebih lanjut di masa depan, dengan data dan variabel yang divariasikan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kardiorespirasi dan Konsumsi Oksigen Maksimum ($VO_2 max$)

2.1.1 Sistem Kardiorespirasi

Sistem kardiorespirasi dapat diartikan sebagai proses pengantaran oksigen (O_2) kepada sistem muskular yang bekerja, yang melibatkan organ jantung dan paru untuk memastikan oksigen mencukupi keperluan pergerakan tubuh, maupun peningkatan kebutuhan O_2 ketika intensitas aktivitas meningkat misalnya ketika sedang latihan fisik. Sistem kardiorespirasi melibatkan sistem kardiovaskular yaitu jantung, darah, dan pembuluh darah, serta sistem respirasi yaitu saluran napas, paru, abdomen, dan otot pernapasan toraks (Prananda *et al.*, 2022).

Sistem kardiorespirasi turut berkontribusi terhadap homeostasis tubuh dengan melakukan pertukaran dari kadar gas O_2 dan karbondioksida (CO_2). Pertukaran gas ini juga berfungsi mengatur keasaman (pH) dari cairan tubuh. Proses metabolisme tubuh membutuhkan oksigen untuk digunakan sel tubuh dalam menghasilkan Adenosin Trifosfat (ATP). ATP adalah suatu struktur nukleotida yang digunakan untuk menghasilkan serta menyimpan cadangan energi pada tingkat sel. Selain menghasilkan ATP, reaksi metabolisme juga menghasilkan gas CO_2 yang bersifat asam dan toksik untuk sel. Karena posisi yang tidak menguntungkan bagi sel, maka CO_2 akan dieliminasi secara cepat dan efisien. Dalam proses eliminasi ini, sistem kardiovaskular dan sistem respirasi akan berkoordinasi. Sistem respirasi akan melakukan pertukaran gas yaitu dengan pengambilan O_2 dari udara, dan mengeliminasi CO_2 dari paru-paru, sistem kardiovaskular akan mengedarkan darah yang mengandung

gas dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh (Tortora dan Derrickson, 2014).

Proses dari kegiatan respirasi dapat dijelaskan sebagai berikut, pertama dilakukan proses ventilasi atau bernapas, yaitu ketika udara keluar dan masuk ke paru-paru. Kedua, dilakukan pertukaran gas udara O₂ dan CO₂ di paru-paru dan darah. Ketiga, pengantaran O₂ dan CO₂ yang dilakukan oleh darah, dan keempat, dilakukan pertukaran dari O₂ dan CO₂ yang ada pada darah dan jaringan tubuh (Seeley *et al.*, 2008). Fungsi dari proses respirasi meliputi : (1) Pertukaran gas. Sistem respirasi memungkinkan O₂ dari udara diedarkan oleh darah ke seluruh sel tubuh dan CO₂ meninggalkan tubuh untuk dibuang ke udara. (2) Pengaturan derajat keasaman (pH) darah. Sistem respirasi bisa mempengaruhi keasaman darah dengan mengatur kadar CO₂. (3) Pengeluaran suara, yaitu ketika udara melewati *plika vokalis* sehingga suara dapat dihasilkan dan komunikasi dimungkinkan terjadi. (4) Fungsi penghidu (olfaktori), yaitu ketika udara membawa molekul beraroma masuk ke dalam *cavitas nasi*. (5) Proteksi, yaitu ketika sistem respirasi melakukan perlawanan terhadap mikroorganisme dengan mencegah masuk ke dalam tubuh (Seeley *et al.*, 2008).

Proses respirasi dalam fisiologi terbagi menjadi dua proses yang saling berkaitan, yaitu proses respirasi seluler dan respirasi eksternal. Respirasi seluler merupakan proses metabolik intrasel yang dilakukan di dalam mitokondria. Proses ini menggunakan O₂ dan mengeluarkan CO₂. Penghitungan respirasi seluler ini disebut kuosien respirasi (*Respiratory Quotient / RQ*) dengan rumus CO₂ yang diproduksi dibagi dengan O₂ yang dikonsumsi. Sedangkan untuk respirasi eksternal menjelaskan pertukaran O₂ dan CO₂ antara lingkungan eksternal dan sel jaringan. Tahapan dalam respirasi eksternal yaitu pertama terjadi proses ventilasi yaitu terjadi pertukaran udara antara atmosfer dengan *alveolus* paru. Selanjutnya, O₂ yang dibawa dari udara luar dipertukarkan dengan CO₂

di kapiler paru dengan proses difusi. O₂ yang sudah berikatan dengan hemoglobin akan di pompa jantung untuk diedarkan dari paru ke seluruh jaringan tubuh. O₂ dan CO₂ pada jaringan akan bertukar melalui proses difusi kapiler sistemik (Sherwood, 2016).

Sistem respirasi bisa diklasifikasikan baik dari struktur maupun dari fungsinya. Secara struktur, sistem respirasi dibagi menjadi 2, yaitu saluran pernapasan atas dan bawah. Saluran pernapasan atas mencakup hidung, *cavitas nasi* (rongga hidung), faring, dan struktur penunjang lainnya. Saluran pernapasan bawah termasuk laring, trakea, bronkus, dan paru-paru. Secara fungsional, sistem respirasi juga dibagi menjadi 2 bagian. Yang pertama yaitu zona konduksi. Zona konduksi terdiri dari serangkaian rongga dan saluran yang saling berhubungan baik di luar maupun di dalam paru-paru. Zona ini terdiri dari hidung, *cavitas nasi* (rongga hidung), faring, laring, trakea, bronkus, bronkiolus, dan bronkiolus terminal. Fungsi dari zona ini adalah untuk menghangatkan, melembapkan udara, dan mengalirkannya ke paru-paru. Yang kedua adalah zona respiratori atau zona pernapasan. Zona ini terdiri dari saluran dan jaringan di dalam paru – paru untuk terjadinya tempat pertukaran gas, terdiri dari bronkiolus, *ductus alveolaris*, *saccus alveolaris*, dan alveoli yang merupakan tempat utama terjadinya difusi gas darah (Tortora dan Derrickson, 2014).

2.1.2 Fisiologi Sistem Kardiorespirasi

Kontraksi dan ekspansi dari paru-paru dapat dicapai dengan dua cara yaitu, (1) pergerakan diafragma ke arah atas dan bawah untuk memperlebar dan mempersempit kavitas toraks, (2) dengan elevasi dan depresi dari tulang rusuk untuk meningkatkan ataupun menurunkan ukuran diameter kavitas toraks anteroposterior. Pernapasan normal biasanya dicapai dengan pergerakan diafragma. Ketika inspirasi, kontraksi dari diafragma menarik bagian bawah paru-paru untuk bergerak ke bawah. Ketika ekspirasi, diafragma relaksasi dan terjadilah rekoil

elastis dari paru-paru, dinding dada, dan struktur abdomen yang mengompresi paru-paru dan mendorong udara ke luar. Namun, ketika frekuensi pernapasan meningkat, dibutuhkan tambahan dari otot abdominal untuk membantu ekspirasi cepat yang diperlukan dikarenakan gaya elastik tidak cukup mumpuni untuk proses ekspirasi (Guyton dan Hall, 2016).

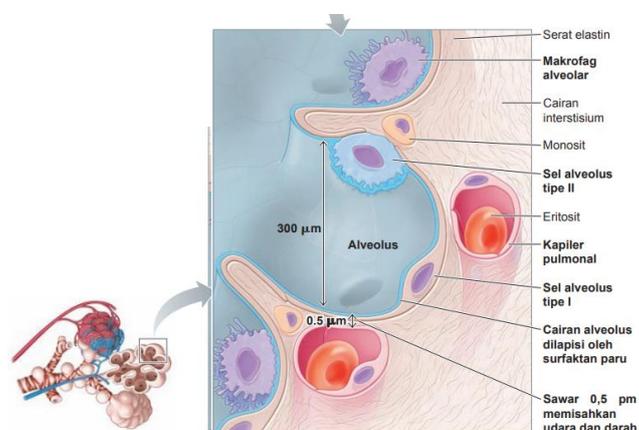
Mekanisme pengembangan paru lainnya adalah dengan mengangkat kerangka tulang rusuk "*rib cage*". Dalam posisi alami, kelompok tulang rusuk yang ditengahi oleh sternum mengarah miring ke bawah. Ketika *rib cage* terangkat, tulang rusuk akan menonjol ke depan sehingga sternum juga akan maju menjauhi tulang belakang. Proses ini memperbesar ruang anteroposterior toraks sebesar dua puluh persen. Kelompok otot yang mengangkat rongga dada disebut otot inspirasi, dan otot yang menekan rongga dada disebut oto ekspirasi. Otot utama yang mengangkat tulang rusuk adalah M. interkostalis eksternal, dengan dibantu oleh M. sternocleidomastoideus, M. serratus anterior, dan M. skalenus. Otot yang menarik tulang rusuk kebawah ketika proses ekspirasi utamanya adalah M. rektus abdominalis dan otot tambahan yaitu M. interkostalis internal (Guyton dan Hall, 2016).

Menghirup udara dikenal dengan inhalasi. Sebelum inhalasi dilakukan, tekanan udara dalam paru-paru sama dengan tekanan atmosfer, yaitu 760 mmHg atau 1 atm. Agar udara dapat mengalir ke dalam paru-paru, tekanan dalam alveolus harus lebih rendah dari tekanan atmosfer, caranya adalah dengan memperbesar ukuran paru-paru. Perubahan volume paru-paru inilah yang menyebabkan perubahan tekanan saat kita menarik dan menghembuskan napas. Dalam inhalasi normal, dua lapisan pleura di dalam rongga pleura disebut sebagai tekanan intrapleural. Kondisi tekanan intrapleural selalu subatmosfer yaitu selalu dibawah tekanan atmosfer, kurang lebihnya -4 mmHg. Ketika diafragma dan M. interkostalis eksternal berkontraksi dan mengakibatkan peningkatan

ukuran rongga toraks, volume rongga pleura juga meningkat, sehingga tekanan intrapleural menurun kembali kurang lebihnya sebanyak -2 mmHg sehingga menjadi 754 mmHg. Selama perluasan rongga toraks, pleura parietal dan visceral melekat erat dikarenakan tekanan subatmosfer dan tegangan permukaan lembap mereka yang bersinggungan (Tortora dan Derrickson, 2014).

Oksigen berkesinambungan melakukan difusi dari udara dalam alveolus ke dalam aliran darah, sedangkan karbon dioksida (CO_2) berdifusi dari darah ke dalam alveolus. Pada kondisi ekuilibrium, udara yang dihirup bercampur dengan udara dalam alveolus, menggantikan oksigen yang telah diserap oleh darah dan mencairkan CO_2 yang telah masuk ke alveolus. Sebagian campuran udara ini akan dikeluarkan. Kadar oksigen dalam udara di alveolus akan menurun sementara kadar CO_2 -nya akan meningkat hingga saat inspirasi berikutnya (Sherwood, 2016).

Gas bergerak melalui aliran dari alveoli ke kapiler di paru-paru atau sebaliknya, menyeberangi membran yang menyatukan alveoli dan kapiler. Capaian keseimbangan dalam 0,75 detik, saat senyawa berpindah dari alveoli ke kapiler, dan sejauh mana darah dapat melewati kapiler paru-paru pada saat istirahat bergantung pada respons membran yang menghubungkan alveoli dan kapiler.



Gambar 1. Alveolus dan Kapiler Paru
(Sumber: Sherwood, 2016)

Kemampuan paru-paru untuk mengalami difusi gas terkait secara langsung dengan ukuran membran alveolus-kapiler yang lebih besar dan sebaliknya berkaitan dengan ketebalan membran yang lebih tipis. Kapasitas difusi CO (DLCO) dijadikan sebagai ukuran kemampuan difusi karena pembatasannya terletak pada daya difusi. Sementara itu, kapasitas pengambilan oksigen juga terbatas oleh aliran darah, karena oksigen diambil oleh hemoglobin. Namun, proses ini berlangsung jauh lebih lambat daripada CO, mencapai keseimbangan dengan darah di kapiler setelah sekitar 0,3 detik.

Tekanan parsial oksigen (PO_2) dalam udara alveolus normalnya mencapai 100 mmHg, sedangkan PO_2 dalam darah yang memasuki kapiler paru-paru adalah 40 mmHg. Sementara itu, tekanan parsial karbon dioksida (PCO_2) dalam darah vena adalah 46 mmHg, sedangkan di alveolus adalah 40 mmHg. Perbedaan tekanan ini antara alveolus dan kapiler adalah yang memicu difusi udara sesuai dengan perbedaan tekanan tersebut.

Dalam sirkulasi darah, terdapat protein pembawa oksigen yang dikenal sebagai hemoglobin. Kehadiran hemoglobin ini meningkatkan kapasitas darah untuk membawa oksigen. Sistem transportasi oksigen di dalam tubuh terdiri dari proses pernapasan dan kardiovaskular. Transportasi oksigen ke jaringan tertentu bergantung pada sejumlah faktor, termasuk jumlah oksigen yang masuk ke paru-paru, pertukaran gas yang efisien di paru-paru, aliran darah ke jaringan, dan kemampuan darah dalam membawa oksigen. Aliran darah juga bergantung pada tingkat pembuluh darah yang mengalir ke jaringan serta output jantung. Konsentrasi oksigen dalam darah dipengaruhi oleh jumlah oksigen yang dapat larut di dalamnya, jumlah hemoglobin dalam darah, dan kecenderungan hemoglobin untuk berikatan dengan oksigen.

Oksigen yang terikat pada hemoglobin dalam sirkulasi darah akan dibawa oleh jantung kiri dan didistribusikan ke semua jaringan tubuh. Setelah oksigen berdifusi ke dalam jaringan tubuh, darah akan membawa karbon dioksida (CO_2) dan berbagai zat hasil metabolisme kembali ke paru-paru untuk dikeluarkan selama proses ekspirasi. Proses ini berulang secara berkesinambungan dalam sirkulasi darah (Sherwood, 2016).

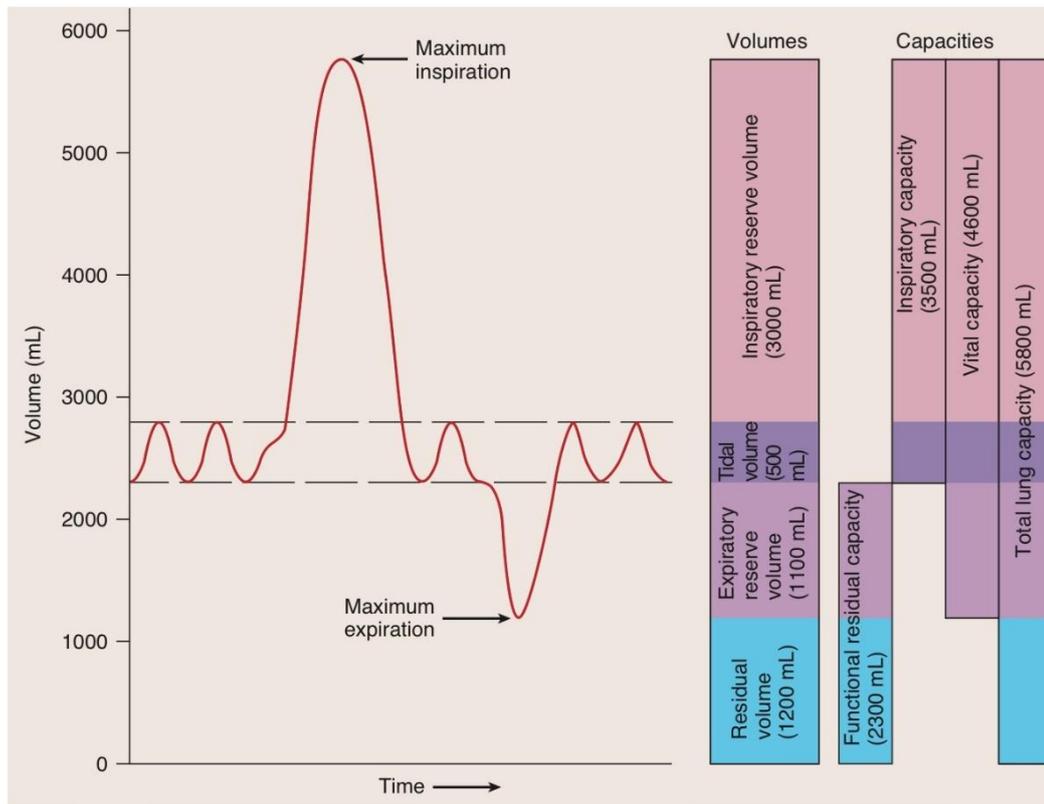
2.1.3 Volume dan Kapasitas Paru

Volume udara dalam paru-paru berfluktuasi selama proses pernapasan: saat tarikan nafas, paru-paru membesar, dan saat menghembuskan nafas, paru-paru mengecil. Pengukuran volume udara keluar masuk paru – paru disebut dengan spirometri, dan alat yang digunakan untuk mengukur adalah spirometer. Pernapasan biasanya berlangsung tanpa sadar dalam kondisi normal. Beberapa faktor yang menjelaskan jumlah udara dalam paru-paru adalah:

1. Volume Tidal / *Tidal Volume* (TV), ialah jumlah udara masuk dan keluar dari paru-paru setiap kali pernapasan normal. Pada orang dewasa, VT berkisar sekitar 500 ml.
2. Volume Cadangan Inspirasi / *Inspiratory Reserve Volume* (IRV) yaitu kapasitas tambahan udara yang masih dapat diinspirasi paksa setelah proses inspirasi normal, dengan besaran sekitar 3000 ml pada orang dewasa.
3. Volume Cadangan Ekspirasi / *Expiratory Reserve Volume* (ERV) adalah jumlah udara yang masih bisa diekspirasi paksa dari paru-paru setelah ekspirasi normal, dengan kisaran sekitar 1100 pada orang dewasa.
4. Volume Residu / *Residual Volume* (RV) merupakan sisa udara yang tetap berada dalam paru-paru dan saluran pernapasan setelah proses ekspirasi maksimal, sekitar 1200 ml pada orang dewasa (Seeley *et al.*, 2008).

Sementara itu, kapasitas paru merupakan jumlah maksimum oksigen yang bisa masuk ke dalam tubuh seseorang atau paru-paru. Jumlah oksigen yang dapat diakomodasi oleh paru-paru bergantung pada fleksibilitas sistem pernapasan. Semakin efisien sistem pernapasan, semakin banyak oksigen yang bisa diserap. Beberapa pengukuran kapasitas fungsi paru antara lain:

1. Kapasitas Inspirasi/*Inspiratory Capacity* (IC) adalah volume tidal ditambah dengan volume cadangan inspirasi, kapasitasnya diperkirakan 3500 mL.
2. Kapasitas Vital/*Vital Capacity* (VC) adalah penjumlahan dari volume cadangan ekspirasi, volume cadangan inspirasi, dan volume tidal. Perkiraan kapasitasnya adalah 4600 mL.
3. Kapasitas Paru Total/*Total Lung Capacity* (TLC) adalah penjumlahan dari volume cadangan inspirasi dan ekspirasi, ditambah volume tidal, ditambah volume residu. Perkiraan kapasitasnya adalah 5800 mL.
4. Kapasitas Residu Fungsional/*Functional Residual Capacity* (FRC) adalah penjumlahan dari volume cadangan ekspirasi ditambah volume residu. Perkiraan kapasitasnya adalah 2300 mL (Seeley *et al.*, 2008).



Gambar 2. Volume dan Kapasitas Paru
(Sumber : Seeley *et al*, 2008)

2.1.4 Daya Tahan Kardiorespirasi

Ketahanan kardiorespirasi adalah kapabilitas tubuh dalam menjalankan aktivitas fisik intens dan berkelanjutan yang melibatkan sejumlah besar otot. Ini merupakan salah satu aspek terpenting dari kebugaran fisik. Melalui latihan, ketahanan kardiorespirasi dapat ditingkatkan, menghasilkan peningkatan kapasitas aerobik individu. Dua klasifikasi ketahanan kardiorespirasi adalah aerobik dan anaerobik. Ketahanan aerobik mengacu pada kemampuan untuk melakukan kegiatan fisik dalam jangka waktu yang lama (menit - jam) yang dependen pada oksigen untuk memproduksi energi yang dibutuhkan oleh tubuh selama aktivitas. Sementara aktivitas yang berlangsung dalam durasi lebih pendek memerlukan sistem yang dapat menghasilkan energi lebih cepat daripada yang dihasilkan oleh proses oksigen-ATP. Dalam konteks ini, sistem energi anaerobik, seperti glikolisis parsial, digunakan untuk

memenuhi kebutuhan energi. Jenis aktivitas ini dikenal sebagai ketahanan anaerobik (Sherwood, 2016).

Ketahanan kardiorespirasi dapat tergambar dari kadar VO_2 max atau volume maksimal oksigen yang dikandung oleh jaringan tubuh selama latihan fisik. VO_2 max digunakan sebagai pengukur seberapa efisien tubuh menggunakan oksigen saat seseorang berada dalam tingkat aktivitas fisik yang tinggi. VO_2 max diukur dalam mililiter oksigen yang digunakan per kilogram berat badan per menit (ml/kg/min). Semakin tinggi nilai VO_2 max seseorang, semakin besar kapasitas kardiorespirasi mereka dan semakin baik kemampuan tubuh untuk menghasilkan energi saat beraktivitas (Sudrajat *et al.*, 2022).

Latihan kardiovaskular yang teratur, seperti lari, bersepeda, atau berenang, dapat membantu meningkatkan VO_2 max seseorang. Ini penting karena tingkat kebugaran kardiovaskular yang tinggi dapat menunjukkan adanya peningkatan kesehatan jantung, sirkulasi darah yang lebih baik, dan kapasitas tubuh yang lebih besar untuk melakukan aktivitas fisik tanpa merasa terlalu lelah. Tes VO_2 max sering digunakan dalam pengukuran kinerja atlet dan untuk mengevaluasi tingkat kebugaran seseorang. Tes VO_2 max juga dapat memberikan informasi penting kepada pelatih atau profesional kesehatan untuk merancang program latihan yang sesuai dengan kebutuhan spesifik atlet.

2.1.5 Pengukuran Daya Tahan Kardiorespirasi

Pengukuran VO_2 max memerlukan peralatan khusus dan sering kali dilakukan dalam lingkungan klinis atau laboratorium olahraga. Berikut beberapa metode umum yang digunakan untuk mengukur VO_2 max:

1. Tes Lari atau Bersepeda:
 - a. Tes Lari: Biasanya dilakukan di atas treadmill. Subjek akan berlari dengan peningkatan kecepatan dan kemiringan yang terkontrol sambil diukur laju pernapasan dan konsumsi oksigen.
 - b. Tes Bersepeda Ergometer: Subjek akan bersepeda pada ergometer (alat latihan) sambil meningkatkan intensitas dan ditentukan oleh laju pernapasan dan penggunaan oksigen.
2. Tes Lapangan:
 - a. Tes Cooper: Subjek diperintahkan untuk berlari sejauh mungkin dalam waktu tertentu, biasanya 12 menit. VO_2 max dihitung berdasarkan jarak yang ditempuh dan faktor lainnya.
 - b. Tes Balke: Tes yang mirip dengan tes Cooper, namun lebih fokus pada waktu maksimal yang dihabiskan untuk berlari di treadmill pada intensitas tertentu.
 - c. Tes Bleep / *Multi-stage Fitness Test* : Dilakukan dengan lari bolak-balik antara dua garis yang berjarak 20 meter, sesuai dengan bunyi "bleep" yang diputar secara berkala. Interval waktu antara setiap bleep secara bertahap berkurang, sehingga pelari harus meningkatkan kecepatan mereka. Tes bleep ini cenderung mudah dilakukan dan dapat diterapkan pada sampel penelitian yang banyak

(Prananda dkk., 2022; Rohmah dan Hamdani, 2022)

3. Metode Lain:

- a. Tes Balon Udara: Subjek melakukan latihan fisik sambil menghirup oksigen dari balon udara yang mengukur volume oksigen yang digunakan.
- b. Analisis Gas Napas: Pengukuran langsung konsumsi oksigen dan produksi karbon dioksida selama latihan dengan mengamati komposisi gas napas.

Tes-tes ini dilakukan di bawah pengawasan profesional untuk memastikan keamanan dan keakuratan hasilnya. Hasil dari pengukuran VO_2 max memberikan informasi tentang tingkat kebugaran kardiovaskular seseorang dan dapat membantu dalam merencanakan program latihan yang sesuai dengan kebutuhan individu (Prananda *et al.*, 2022).

2.1.6 Hubungan Sistem Kardiovaskular dan Respirasi

Hubungan di antara sistem kardiovaskular dengan sistem respirasi atau pernapasan sangatlah erat. Hal ini disebabkan keduanya saling bekerja sama untuk menjaga keseimbangan fisiologis yang diperlukan oleh tubuh. Adapun bentuk hubungannya antara lain dapat digambarkan sebagai berikut :

Sistem kardiorespirasi adalah kombinasi dari dua sistem yang saling terkait, yaitu sistem kardiovaskular (yang melibatkan jantung, pembuluh darah, dan darah) serta sistem pernapasan (paru-paru dan saluran napas). Hubungan di antara keduanya sangat erat dan mereka saling bekerja untuk menjaga keseimbangan yang diperlukan oleh tubuh.

1. Pengiriman Oksigen dan Nutrisi

a. Sistem Respirasi

Dalam hal pengiriman oksigen dan nutrisi, sistem respirasi berperan dalam mengambil oksigen dari udara dan

memasukkannya ke dalam darah melalui paru-paru. Oksigen penting bagi proses metabolisme di seluruh tubuh.

b. Sistem Kardiovaskular

Sistem kardiovaskular berperan dalam mengangkut oksigen yang diserap oleh darah dari paru-paru ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah, juga membawa nutrisi dan zat-zat penting lainnya ke sel-sel di seluruh tubuh.

2. Pengangkutan CO₂ dan Limbah Metabolik

a. Sistem Respirasi

Dalam peristiwa pengangkutan karbon dioksida dan limbah metabolik, sistem respirasi memungkinkan tubuh untuk mengeluarkan karbon dioksida dan limbah metabolik lainnya dari darah ke udara yang dikeluarkan saat kita bernapas.

b. Sistem Kardiovaskular

Di Saat yang bersamaan, sistem kardiovaskular bertugas membawa CO₂ dan limbah metabolik dari seluruh tubuh ke paru-paru, di mana karbon dioksida tersebut dikeluarkan dari tubuh.

3. Koordinasi dan Kontrol

Sistem saraf dan hormonal membantu mengatur dan mengkoordinasikan respons kardiorespirasi. Misalnya, ketika tubuh membutuhkan lebih banyak oksigen, detak jantung meningkat untuk meningkatkan suplai darah ke seluruh tubuh.

4. Kinerja Fisik dan Kebugaran

Kesehatan sistem kardiovaskular dan pernapasan sangat penting untuk kinerja fisik yang optimal. Latihan fisik dapat meningkatkan kapasitas paru-paru dan kekuatan jantung serta memperbaiki efisiensi kardiorespirasi.

Hubungan yang baik antara sistem kardiovaskular dan pernapasan penting bagi kesehatan secara keseluruhan. Keduanya bekerja bersama untuk memastikan tubuh mendapatkan oksigen yang cukup, membuang

limbah, dan menjaga fungsi sel-sel tubuh. Gangguan dalam salah satu sistem dapat mempengaruhi fungsi yang optimal dari sistem kardiorespirasi secara keseluruhan (Bile dan Tapo, 2022)

2.2 Mean Arterial Pressure

2.2.1 Definisi Mean Arterial Pressure

Tekanan Arteri Rata-rata / *Mean Arterial Pressure* (MAP) didefinisikan sebagai tekanan rata-rata dalam arteri sepanjang satu siklus denyut jantung, baik saat jantung berkontraksi (sistol) maupun saat jantung beristirahat (diastol). Faktor-faktor seperti curah jantung dan resistensi perifer total mempengaruhi nilai MAP, dan keduanya dipengaruhi oleh beberapa variabel.

Curah jantung (*cardiac output*) dihitung dengan mengalikan denyut jantung dan volume ejeksi. Volume ejeksi ditentukan oleh inotropi ventrikel dan pra-beban. Pra-beban dipengaruhi oleh volume darah dan kelenturan pembuluh darah. Peningkatan volume darah meningkatkan pra-beban, yang meningkatkan volume ejeksi dan akhirnya mengerek pengeluaran jantung. Beban setelah juga memengaruhi volume ejeksi dengan peningkatan beban setelah mengurangi volume ejeksi. Faktor-faktor seperti kronotropi, dromotropi, dan lusitropi dari miokardium memengaruhi denyut jantung. (Sekhon *et al.*, 2019)

Sementara itu, resistensi perifer total terutama ditentukan oleh diameter pembuluh darah. Menurunkan diameter pembuluh darah meningkatkan hambatan vaskular. Meningkatkan diameter pembuluh darah akan berdampak sebaliknya. Viskositas darah juga turut berperan dalam hambatan vaskular sistemik. Peningkatan hematokrit akan meningkatkan viskositas darah dan oleh karena itu hambatan vaskular sistemik. Namun, viskositas hanya dianggap berperan secara minor dalam hambatan vaskular sistemik (Sekhon *et al.*, 2019).

2.2.2 Komponen yang Mempengaruhi *Mean Arterial Pressure*

MAP ditentukan oleh dua komponen utama dalam sistem kardiovaskular:

1. Output/Curah Jantung (*Cardiac Output*)

Curah jantung didefinisikan sebagai jumlah darah yang dipompa oleh jantung ke dalam sistem peredaran darah dalam satu menit. Komponen ini dipengaruhi oleh dua faktor:

- a. Denyut Jantung (*Heart Rate*), yaitu jumlah kontraksi jantung dalam satu menit.
- b. Volume Ejeksi (*Stroke Volume*), yaitu jumlah darah yang dipompa oleh jantung pada setiap kontraksi.

2. Resistensi Perifer Total (*Total Peripheral Resistance*) / Resistensi Vaskular Sistemik (*Systemic Vascular Resistance*)

Ini adalah hambatan yang dihadapi aliran darah di pembuluh darah perifer atau vaskular sistemik. Faktor yang memengaruhi resistensi vaskular sistemik meliputi:

- a. Radius Pembuluh Darah: Diameter pembuluh darah memainkan peran penting dalam menentukan resistensi. Perubahan dalam diameter pembuluh darah (vasokonstriksi atau vasodilatasi) dapat memengaruhi resistensi secara signifikan.
- b. Viskositas Darah: Kepadatan atau kekentalan darah juga berpengaruh terhadap resistensi vaskular. Kenaikan viskositas darah dapat meningkatkan resistensi.

Kombinasi antara cardiac output dan resistensi vaskular sistemik membentuk MAP yang mencerminkan tekanan rata-rata dalam arteri selama satu siklus jantung. Perubahan dalam salah satu atau kedua komponen ini dapat memengaruhi MAP, dan MAP yang stabil sangat penting untuk menjaga aliran darah yang adekuat ke organ-organ tubuh (Brown *et al.*, 2019)

2.2.3 Pengukuran Mean Arterial Pressure

Pengukuran MAP dapat dilakukan menggunakan beberapa metode, baik secara langsung maupun dengan estimasi melalui perhitungan dari tekanan sistolik dan diastolik. Berikut adalah beberapa metode umum yang digunakan:

1. Metode Langsung/Pengukuran Invasif

Melibatkan penggunaan kateter yang dimasukkan ke dalam arteri utama, seperti arteri radialis atau arteri femoralis, yang terhubung dengan alat monitor tekanan darah. Alat ini secara langsung membaca tekanan darah dalam arteri dan memperlihatkan nilai MAP secara kontinu.

2. Metode Non-invasif Metode yang lebih umum digunakan dan tidak memerlukan prosedur invasif. Beberapa cara pengukuran non-invasif meliputi:

a. Pengukuran dengan Sphygmomanometer

i. Manual : Penggunaan alat sphygmomanometer tradisional dengan manset, manometer, dan stetoskop. Tekanan pada manset diukur, dan kemudian tekanan dilepaskan perlahan-lahan untuk mendengar suara korotkoff (suara pertama kali dan terakhir terdengar saat tekanan dilepaskan) yang digunakan untuk mengestimasi tekanan sistolik dan diastolik. Rumus seperti $[(2 \times \text{diastolik}) + \text{sistolik}] / 3$ digunakan untuk mendapatkan perkiraan MAP.

ii. Digital/Automatis : Alat pengukur tekanan darah otomatis yang memberikan pembacaan langsung tekanan sistolik, diastolik, dan MAP.

b. Pengukuran dengan Alat Monitor Tekanan Darah Kontinu

Metode ini sering digunakan di unit perawatan intensif. Alat ini secara terus-menerus mengukur tekanan darah, termasuk MAP, dan memberikan pemantauan kontinu tanpa perlu mengganti alat pengukur.

Pengukuran MAP secara langsung (invasif) biasanya dilakukan di lingkungan medis yang intensif atau saat intervensi medis khusus diperlukan. Metode non-invasif lebih umum digunakan untuk pemantauan tekanan darah harian atau di luar lingkungan medis intensif. Estimasi MAP menggunakan rumus dari tekanan sistolik dan diastolik tidak seakurat pengukuran langsung (Maier *et al.*, 2019).

Rumus yang biasa digunakan untuk menghitung *Mean Arterial Pressure* (MAP) dalam tekanan darah adalah,

$$MAP = \frac{Systolic\ Pressure + (2 \times Diastolic\ Pressure)}{3}$$

atau

$$MAP = Diastolic\ Pressure + \frac{Pulse\ Pressure}{3}$$

Systolic pressure adalah tekanan darah pada saat jantung berkontraksi (sistolik), *diastolic pressure* adalah tekanan darah saat jantung beristirahat di antara kontraksi (diastolik), dan *pulse pressure* (tekanan nadi) adalah perbedaan antara tekanan sistolik dan diastolik (SBP - DBP) (Mayrink, 2019).

2.2.4 Korelasi Klinis *Mean Arterial Pressure*

Hubungan praktis MAP adalah penting dalam memantau tekanan darah dan menilai kesehatan kardiovaskular. Secara klinis, nilai MAP memberikan informasi tentang perfusi organ vital seperti otak, jantung, dan ginjal. Ketika MAP rendah, ini dapat mengindikasikan risiko kurangnya aliran darah ke organ-organ ini, yang bisa berdampak serius pada kesehatan. Selain itu, MAP juga digunakan untuk mengevaluasi respons terhadap pengobatan, mengidentifikasi risiko komplikasi seperti stroke atau gagal ginjal, dan menjadi parameter penting dalam pemantauan pasien kritis. Dengan pemantauan MAP yang baik, kita dapat memahami seberapa baik tubuh seseorang menanggapi stres fisik

atau kondisi medis tertentu. Oleh karena itu, pengukuran MAP sering digunakan dalam mengevaluasi kondisi kesehatan dan dalam mengelola perawatan medis (Saugel, 2019).

2.3 Atlet dan Latihan Fisik

Atlet dapat didefinisikan sebagai seseorang yang berdasarkan pelatihan khusus ataupun bakat alami, memadai untuk berkompetisi dalam kegiatan olahraga yang menuntut fisik (Kent, 2006). Kekuatan fisik ini dapat berupa mempertahankan daya tahan atau menambah kecepatan, serta biasa dilakukan dalam lintasan ataupun lapangan (Gem, 2023).

Sebagai individu yang sangat bergantung pada kapabilitas fisik, tes kesehatan fisiologis dan anatomis penting dilakukan atlet sebelum kegiatan olahraga. Hal ini mencakup observasi pada kemampuan fisik dan organ tubuh atlet. Kemampuan fisik terdiri dari beberapa komponen seperti : kekuatan dan daya tahan muskular, daya tahan aerobik, keseimbangan, koordinasi, agilitas, waktu reaksi, dan fleksibilitas (Suharjana, 2010). Organ tubuh seperti ginjal, paru-paru, jantung, pencernaan juga perlu diperiksa di sarana kesehatan dan mendapatkan rekomendasi kesehatan dari dokter. Struktur anatomi tubuh atlet juga disesuaikan dengan cabang olahraga yang akan diikuti. Pengukuran proporsi dan postur tubuh atlet disesuaikan dengan kebutuhan tiap cabang olahraga. Contoh yang dapat diukur untuk disesuaikan adalah tinggi badan, berat badan, panjang ekstremitas atas (tangan) maupun bawah (tungkai) (Budiwanto, 2012).

Hal lain yang turut mempengaruhi kesiapan atlet adalah :

- a) Keterampilan teknik
- b) Penyusunan taktik dan strategi
- c) Kesehatan mental dan motivasi
- d) Sifat herediter (keturunan)

- e) Pola kehidupan sehari-hari
- f) Lingkungan tempat tinggal (Budiwanto, 2012)

Atlet memiliki tantangan tersendiri dalam mengupayakan performa yang terbaik, tantangan atau masalah tersebut dapat berupa :

1. Stres dan Tekanan Kompetisi: Atlet sering menghadapi tekanan yang sangat tinggi saat mendekati kompetisi besar seperti Paralimpiade. Tekanan ini dapat berasal dari ekspektasi pribadi, pelatih, dan media, yang dapat menyebabkan kelelahan fisik dan mental, serta risiko cedera.
2. Keseimbangan Hidup dan Olahraga: Atlet sering kali harus mengorbankan aspek kehidupan pribadi mereka, seperti pindah tempat tinggal untuk mendapatkan pelatihan yang lebih baik, menunda pendidikan atau karir, dan menghadapi isolasi sosial. Ini dapat menambah beban psikologis dan emosional mereka.
3. Kendala Fisik dan Kesehatan: Atlet harus mengelola beban latihan yang tinggi tanpa melebihi batas kemampuan fisik mereka. Mereka perlu strategi pemulihan yang cerdas untuk menghindari kelebihan beban yang dapat memperburuk kondisi kesehatannya.
4. Komunikasi dan Pemahaman: Kurangnya komunikasi efektif antara atlet dan pelatih bisa menjadi sumber masalah. Penting bagi pelatih untuk memahami secara mendalam kondisi fisik dan mental atlet agar bisa memberikan dukungan yang tepat.
5. Dukungan dan Sumber Daya: Sering kali terdapat keterbatasan anggaran dan sumber daya yang dapat menghambat persiapan atlet. Memastikan adanya dukungan yang memadai, baik dalam bentuk staf tambahan maupun teknologi yang diperlukan, sangat penting untuk keberhasilan atlet.
6. Dampak Jangka Panjang dan Karir: Hasil dari kompetisi besar dapat mempengaruhi karir atlet dalam jangka panjang, termasuk peluang

sponsorship dan pekerjaan di masa depan. Ini menambah lapisan stres tambahan saat mereka mempersiapkan diri untuk kompetisi tersebut.

(Dehghansai *et al.*, 2021)

Menghadapi berbagai tantangan ini, atlet dan pelatih menggunakan berbagai strategi seperti perencanaan yang matang, komunikasi efektif, dan penyesuaian harapan untuk mengelola tekanan dan menjaga kesejahteraan mereka. Dukungan yang memadai dari berbagai pihak, salah satunya dari organisasi olahraga juga sangat penting untuk membantu mengurangi beban yang mereka hadapi (Adi *et al.*, 2024).

Latihan dianggap efektif jika memperhatikan prinsip-prinsip latihan untuk mencapai performa fisik yang optimal bagi setiap individu. Prinsip latihan yang efektif terdiri atas :

1. Peningkatan beban progresif dan berkelanjutan
2. Bervariasi
3. Individual
4. Spesifik
5. Adaptasi
6. Periodisasi
7. Berkebalikan

(Bompa dan Buzzichelli, 2015; Sukadiyanto, 2009)

Intensitas latihan aerobik yang rutin dan tepat terbukti dapat mempengaruhi tekanan darah dan denyut nadi istirahat. Penelitian yang dilakukan oleh Gormley, et. al (2008) terhadap 61 pria dan wanita dewasa muda (usia 18 – 44) tahun yang dibagi dalam kelompok intensitas latihan yang berbeda menunjukkan peningkatan $VO_2 max$ yang signifikan.

Dosis latihan pengembangan kardiorespirasi dapat ditentukan berdasarkan :

1. Intensitas latihan

Prinsip individual dipakai dalam menentukan intensitas latihan. Intensitas latihan yang dilakukan menggunakan 40% – 85% dari cadangan denyut jantung (*Heart Rate Reserve / HRR*) efektif untuk meningkatkan kebugaran kardiorespirasi. Efektif pula dilakukan dalam 40% - 60% (intensitas yang lebih rendah) namun dalam waktu yang lebih lama. Peningkatan $VO_2 max$ lebih cepat ketika latihan diatur mendekati 85% HRR. Namun, tidak disarankan untuk lebih dari 85% HRR untuk menghindari masalah kardiovaskular akibat beban berlebih (Nasrulloh *et al.*, 2021).

2. Jenis latihan

Jenis yang efektif untuk mengembangkan kebugaran respirasi adalah olahraga aerobik. Contoh olahraga aerobik adalah berjalan, jogging, senam, berenang, *skipping*, bersepeda, naik turun tangga, dan lain sebagainya (Nasrulloh *et al.*, 2021).

3. Durasi latihan

Durasi latihan yang direkomendasikan adalah 20 – 60 menit per sesi. Bila latihan menggunakan intensitas 85% HRR, maka cukup dilakukan selama 20 – 30 menit. Bila menggunakan intensitas 50% HRR, maka dilakukan selama 30 – 60 menit (Nasrulloh *et al.*, 2021).

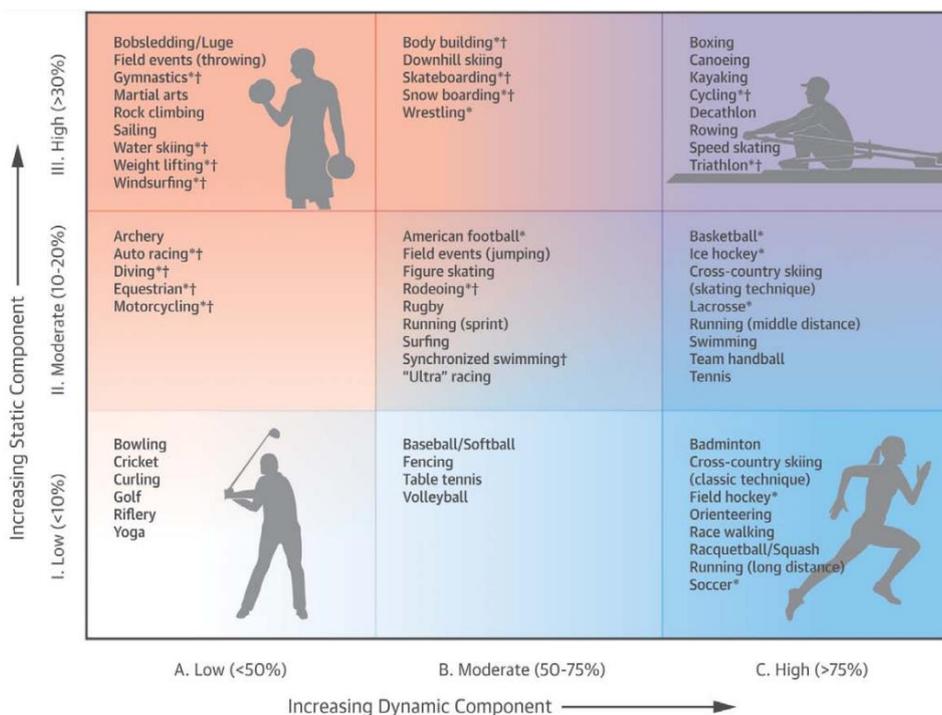
4. Frekuensi latihan

Frekuensi latihan yang direkomendasikan adalah 3 – 5 hari per minggu. Dilakukan secara bertahap mulai dari 3 hari latihan pada 3 minggu pertama, lalu bisa ditambah menjadi 4 – 5 hari latihan pada minggu berikutnya. Peningkatan frekuensi, durasi, dan intensitas juga dilakukan secara progresif dan bertahap untuk mencapai tujuan yang diinginkan (Nasrulloh *et al.*, 2021).

2.4 Jenis Olahraga Statis dan Dinamis Maksimal

Olahraga statis memiliki ciri – ciri membutuhkan pengembangan gaya intramuskular yang relatif besar dengan sedikit atau tidak ada perubahan panjang otot atau pergerakan sendi. Contoh olahraga statis meliputi angkat besi, gulat, dan beberapa elemen dalam senam. Latihan statis berulang menghasilkan sedikit atau tidak ada peningkatan dalam konsumsi oksigen maksimal. Atlet statis memiliki massa ventrikel kiri yang besar tanpa peningkatan ukuran ruang (hipertrofi konsentrik). Otot rangka yang dilatih menjadi lebih glikolitik dan kurang oksidatif dengan peningkatan massa otot terutama melalui hipertrofi serat dengan sedikit hiperplasia melalui aktivasi sel punca (Mitchell *et al.*, 2005).

Olahraga dinamis memiliki ciri – ciri melibatkan perubahan panjang otot dan pergerakan sendi dengan kontraksi ritmis yang mengembangkan gaya intramuskular yang relatif kecil. Contoh olahraga dinamis meliputi berlari jarak jauh, ski lintas alam, sepak bola, dan squash. Latihan dinamis berulang meningkatkan konsumsi oksigen maksimal (VO₂ max) karena peningkatan



Gambar 3. Klasifikasi Olahraga Statis dan Dinamis
(Sumber : Mitchell *et al.*, 2005)

volume stroke maksimal dan perbedaan oksigen arteriovenosa. Atlet dinamis cenderung memiliki massa ventrikel kiri (LV) yang besar dan ukuran ruang yang besar (hipertrofi eksentrik). Otot rangka yang dilatih menjadi lebih oksidatif dan kurang glikolitik dengan peningkatan jumlah dan ukuran mitokondria serta kapiler. (Mitchell *et al.*, 2005)

Olahraga statis dan dinamis dibedakan berdasarkan aksi mekanik otot, sementara aerobik dan anaerobik dibedakan berdasarkan jenis metabolisme otot yang terlibat. Olahraga aerobik berlangsung selama bermenit-menit atau lebih lama. Olahraga ini memerlukan oksigen untuk memproduksi energi, contohnya seperti berlari jarak jauh dan berenang. Tipe ini biasanya dikaitkan dengan latihan dinamis intensitas tinggi yang membutuhkan konsumsi oksigen yang besar. Olahraga anaerobik berlangsung dalam waktu yang lebih singkat namun memiliki intensitas lebih tinggi. Aktivitas ini tidak membutuhkan oksigen untuk memproduksi energi, contohnya seperti lari cepat jarak singkat (sprint) dan angkat beban. Olahraga dinamis sering kali bertipe aerobik ketika berlangsung lama, tetapi bisa juga anaerobik dalam aktivitas intensitas tinggi yang singkat. Sebaliknya, olahraga statis umumnya anaerobik karena sifatnya yang memerlukan kekuatan besar dalam waktu singkat (Mitchell *et al.*, 2005). Olahraga yang dipakai dalam penelitian skripsi ini terbagi menjadi dua kelompok yaitu statis dan dinamis maksimal. Pengelompokan didasarkan pada tabel klasifikasi olahraga statis dan dinamis yang dirilis oleh *Journal American College of Cardiology* pada tahun 2005.

2.4.1 Futsal

Futsal adalah permainan bola berkelompok yang biasa dimainkan berlawanan antara dua tim. Masing-masing tim beranggotakan lima orang. Tujuan utama dari permainan ini adalah untuk memasukkan bola ke dalam gawang lawan. Satu orang ditempatkan di gawang untuk berjaga menangkis bola, dan empat lainnya bergerak bebas di lapangan untuk bertahan dari taktik lawan. Futsal dikategorikan sebagai olahraga dengan komponen rendah statis dan tinggi dinamis. Titik tumpu

permainan futsal ada pada kelincahan ekstremitas bawah, walaupun untuk posisi *keeper*, koordinasi dari kelincahan batang tubuh dan ekstremitas atas turut berperan penting. Orientasi fokus dari masing-masing pemain perlu disepakati sebelum dilakukan pertandingan, fokus terbagi menjadi dua yaitu untuk menyerang dan untuk bertahan. Orientasi fokus ini akan berpengaruh pada formasi pemain di lapangan. Bentuk dari lapangan futsal adalah persegi panjang, dengan ukuran panjang 38 – 42 meter dan lebar 20 – 25 meter. Durasi permainan futsal adalah 2 x 20 menit dengan waktu *time out* yaitu 1 menit setiap babak. Bila belum didapatkan hasil ferpanjangan waktu dapat diberikan sebanyak 2 x 5 menit (Wibowo, 2019).

2.4.2 Atletik

Atletik merupakan cabang olahraga dengan gerakan sederhana yang memerlukan koordinasi dari seluruh bagian tubuh. Gerakan dalam atletik sebetulnya gerakan yang sering dilakukan dalam kehidupan sehari-hari seperti lari, jalan cepat, lempar, dan lompat, sehingga sering disebut bahwa atletik adalah induk dari semua cabang olahraga. Tujuan dari perlombaan atletik adalah menjadi yang paling unggul dalam bidang yang diperlombakan. Misalnya, ketika lari jarak pendek maka pemenangnya adalah yang bisa mencapai garis *finish* paling cepat, atau ketika lompat tinggi berarti hasil loncatan yang paling tinggi adalah pemenangnya. atletik dapat dimainkan secara individu maupun berkelompok. Contoh yang dimainkan berkelompok adalah lari sambung (*estafet*) (Purnomo dan Dapan, 2017).

2.4.3 Judo

Judo adalah olahraga bela diri tradisional yang berasal dari Jepang. Judo merupakan bela diri pertama dari Asia yang datang ke negara Barat. Judo juga merupakan olahraga bela diri pertama yang ditambahkan sebagai cabang olahraga *Olympic*. Sistem tingkatan pembelajaran Judo menggunakan istilah sabuk. Tingkatan paling awal dalam belajar judo

adalah menggunakan sabuk putih, kemudian berlanjut menjadi sabuk kuning, oranye, hijau, biru, coklat, dan tingkat akhir yaitu sabuk hitam. Fokus dari bela diri Judo adalah menggulat dan melempar tubuh lawan. Judo tidak menggunakan peralatan apapun, dan menghindari melakukan penendangan atau pemukulan. Teknik utama dalam Judo adalah menggulingkan dan menjatuhkan diri. Latihan dasar judo akan melatih hal ini agar jika lawan melakukan perlawanan, atlet dapat mendarat tanpa cedera dan pulih dengan cepat (Ross, 2017).

2.4.4 Bulutangkis

Bulutangkis adalah olahraga yang memainkan *shuttlecock* dengan memakai raket, dalam permainan ini memiliki tujuan utamanya yaitu untuk memukul *shuttlecock* dengan melampaui net ke arah depan lapangan musuh dan berupaya membunuh permainan musuh agar tidak bisa mengembalikan pukulan melampaui net, selain itu, dalam permainan bulutangkis harus saling memperebutkan skor dan bermain dengan peraturan yang sudah ditentukan, untuk bisa mendapatkan skor pemain harus sigap, cepat dan baik dalam mengontrol *shuttlecock*, Olahraga ini adalah permainan dengan menggunakan aturan reli poin, dimana didalam satu game terdiri atas 21 poin, apabila kedua pemain memiliki poin yang sama 20-20, sehingga terjadilah *deuce* (yus), pemenang bisa ditentukan setelah muncul selisih 2 poin (misalnya 22-20), bila selisih masih 1 poin (21-20), pemenang belum bisa ditetapkan, skor maksimal tiap game adalah 30, maka jika terjadi poin 29-29 pemenangnya adalah pemain yang mendapatkan angka 30 dahulu. (Arganata, 2016).

Dalam olahraga bulutangkis selain kualitas teknik, taktik dan mental, seorang atlet juga dituntut harus memiliki kualitas fisik yang baik, kondisi fisik adalah landasan yang harus di tingkatkan pertama kali sebelum meningkatkan teknik, taktik dan mental yang harus dilatih, status kondisi fisik seorang atlet bulutangkis bisa meraih titik

tertingginya apabila proses pembentukannya dimulai dengan pengenalan saat usia dini, dan meningkat pada usia anak-anak, pemula, remaja, taruna, hingga dewasa, proses pengembangan kondisi fisik dengan prinsip-prinsip dasar latihan yang betul dan dilaksanakan secara rutin dalam satu tahun penuh bisa menciptakan kondisi atlet selalu prima dan dapat menghadapi banyak pertandingan dengan maksimal (Hidayat,2021).

2.4.5 Hockey

Olahraga Hockey adalah olahraga permainan yang dilakukan laki-laki dan perempuan yang menggunakan alat pemukul (stick) untuk memukul sebuah bola. Menurut Yudianti (2016) hockey adalah suatu permainan yang dimainkan antara dua regu yang setiap pemainnya memegang sebuah tongkat bengkok (stick) untuk menggerakkan sebuah bola. Dengan tujuan menciptakan gol sebanyak-banyaknya ke gawang lawan dan menjaga gawangnya sendiri agar tidak kemasukan bola. Hockey merupakan permainan yang dimainkan menggunakan alat pemukul dan bola, permainan hockey hampir sama dengan permainan sepak bola memasukan bola ke dalam gawang lawan. Perbedaan yang jelas yaitu permainan hockey tidak menggunakan kaki untuk menggiring, mengumpan, ataupun mengontrol bola melainkan menggunakan stick (Hidayat, 2019).

Teknik dasar olahraga hockey merupakan pemahaman awal tentang yang harus dikuasai pemain hockey dalam melakukan seluruh teknik-teknik yang ada termasuk teknik lanjutan sampai teknik khusus dalam permainan hockey. Menurut Jane Powell dalam Hidayat, S. M. (2019) beberapa teknik dasar yang digunakan dalam permainan olahraga hoki meliputi: teknik menggiring bola (dribbling), teknik mengumpan bola (passing), menembak (shooting), serta teknik menghindari lawan (evasion), dan teknik bertahan (defending). Namun teknik yang akan

dijabarkan dibawah ini berdasarkan peraturan teknik yang ada dan yang dapat dilakukan (rules of indoor hockey, 2017).

2.4.6 Hapkido

Hapkido adalah seni bela diri yang berasal dari Korea. Hapkido mencakup keterampilan bela diri jarak jauh dan jarak dekat dengan memanfaatkan tendangan lompat dan serangan perkusi dalam jarak yang lebih jauh, menggunakan titik penguncian atau melempar dalam pertempuran jarak dekat, dan menerapkan serangan titik tekanan. Hapkido menekankan gerakan melingkar, pengalihan kekuatan, dan kontrol dari lawan. Pengertian Hapkido yaitu memiliki karakter koordinansi (HAP), (KI) menggambarkan energi internal, semangat, kekuatan, atau daya, dan (DO) yang artinya jalan atau seni. Ini biasanya diterjemahkan sebagai cara mengkoordinasikan energi dalam seni bela diri Korea yang populer ini. Kompetisi yang diuji di hapkido ada beberapa yaitu: hyung (rangkaiian jurus), daeryun (bertarung), mugisul (teknik senjata), hoshinsul (peragaan teknik beladiri hapkido), dan nakbop (teknik jatuhan/lompatan). Di dalam kompetisi, juri-juri akan menilai masing-masing peserta yang berkompetisi dan nilainya akan dikumpulkan menjadi satu nilai akhir yang digunakan untuk menentukan pemenang (Yudistira *et al.*, 2022).

2.4.7 Wushu

Kata Wushu berasal dari dua kata yaitu “Wu” dan “Shu”. Arti dari kata “Wu” adalah ilmu perang, sedangkan arti kata “Shu” adalah seni. Sehingga Wushu bisa juga diartikan sebagai seni untuk berperang atau seni beladiri (Martial Art). Namun seni perang bukan hanya seni gerak badan, tapi mencakup hal yang lebih luas, yaitu seni menggerakkan pasukan, mengatur logistik, mengatur strategi dan sebagainya. Mempelajari Wushu tidak hanya terbatas pada hal-hal yang berhubungan dengan gerakan fisik dan kekerasan saja, tetapi juga melibatkan pikiran. Mempelajari Wushu berarti kita juga belajar mengolah pernafasan,

memahami anatomi tubuh kita, dan juga mempelajari ramuan atau obat-obatan untuk memperkuat tubuh maupun untuk pengobatan. Semua aliran kung fu atau Seni bela diri yang berasal dari China tradisional, baik keras atau lembut dapat disebut Wushu. Di Indonesia, Wushu kini juga mendapat perhatian yang istimewa dari masyarakat, wushu yang dulu hanya dimainkan oleh orang-orang tua, dan itupun hanya golongan tertentu kini telah memasyarakat. Tidak ada data resmi yang mencatat sejak kapan wushu mulai masuk ke Indonesia, tetapi sejak puluhan tahun silam telah dimainkan oleh banyak orang dari berbagai kota besar maupun kecil di Indonesia seperti Medan, Jakarta, Surabaya, Semarang dan masih banyak lagi daerah lain, tetapi wushu yang berstandar internasional baru dikenal dan dipopulerkan di Indonesia pada akhir Oktober 1992 yang diprakarsai oleh tokoh olahraga IGK Manila yang kemudian menjadi Ketua Umum PBWI yang pertama (Yuwono *et al.*, 2014).

2.4.8 Karate

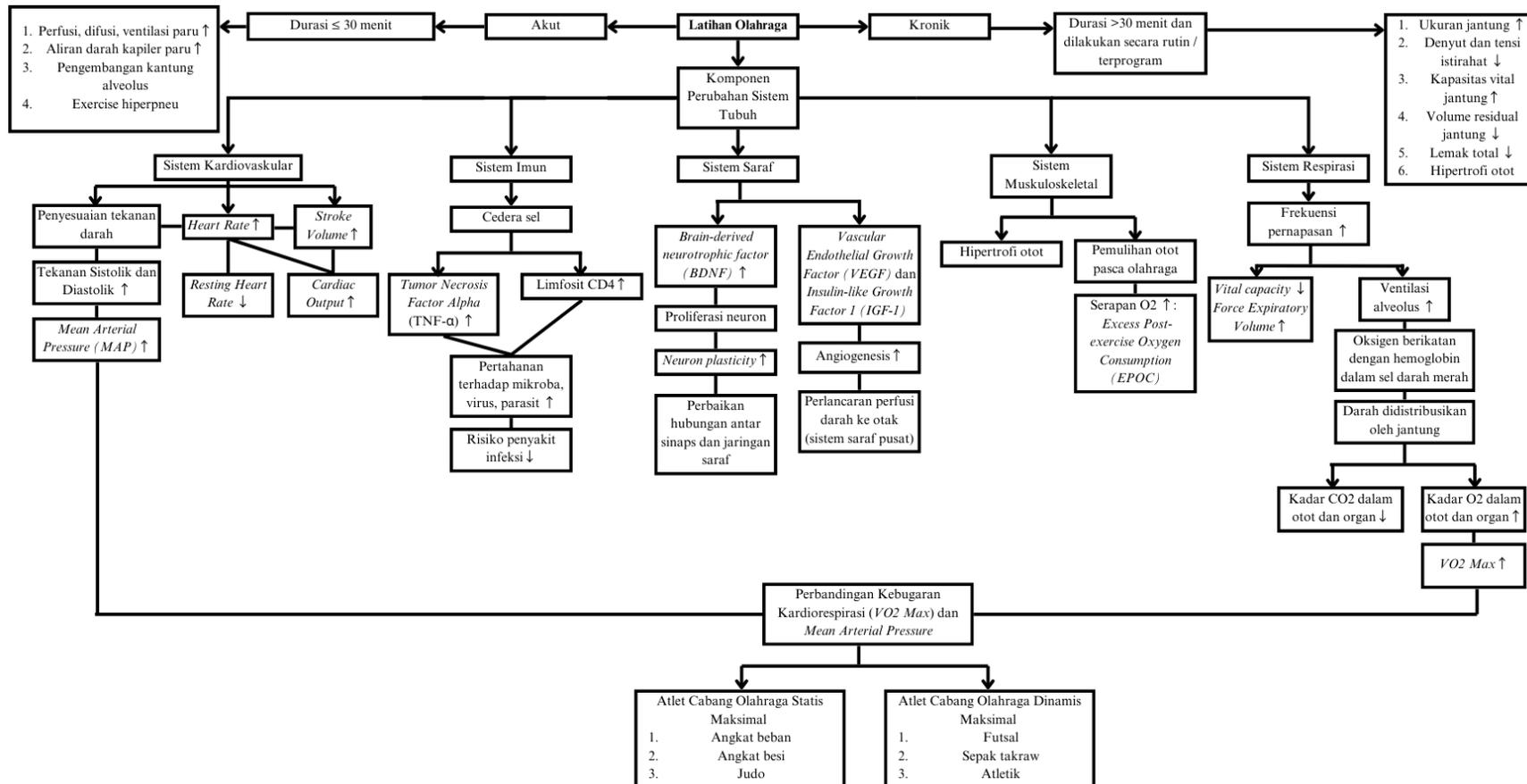
Secara harfiah Karate-do dapat diartikan sebagai berikut; Kara = kosong, cakrawala, Te = tangan atau seluruh bagian tubuh yang mempunyai kemampuan, Do=jalan. Dengan demikian karate-do dapat diartikan sebagai suatu taktik yang memungkinkan seseorang membela diri dengan tangan kosong tanpa senjata. Setiap anggota badan dilatih secara sistematis sehingga suatu saat dapat menjadi senjata yang ampuh dan sanggup menaklukkan lawan dengan satu gerakan yang menentukan. Beladiri karate merupakan keturunan dari ajaran yang bersumber agama Budha yang luhur. Oleh karena itu, orang yang belajar karate seharusnya rendah hati dan bersikap lembut, punya keyakinan, kekuatan dan percaya diri. Teknik karate terbagi menjadi tiga bagian utama yaitu; (1) Kihon, gerakan dasar atau pondasi (2) kata, yaitu latihan jurus; (3) Kumite, yaitu latihan tanding atau pertarungan. Dalam olahraga karate terdapat bermacam-macam teknik beladiri yang dipelajari, diantaranya adalah teknik kuda-kuda dachi, teknik pukulan tsuki, teknik tendangan geri, dan

teknik tangkisan uke Teknik kuda-kuda merupakan teknik awal yang dipelajari dalam olahraga beladiri karate. Teknik kuda-kuda dapat diartikan sebagai gerakan yang sangat dasar atau sebagai pondasi awal dalam gerakan karate. Jika kuda-kuda tidak kokoh, maka gerakan karate tidak sempurna. Teknik kuda-kuda awal dalam karate ada tiga jenis, yaitu zenkutsu-dachi, kokutsu-dachi, dan kiba-dachi. Setelah menguasai teknik kuda-kuda dengan benar, maka dilanjutkan dengan mempelajari teknik pukulan. Teknik pukulan ada berbagai jenis, namun yang awal dipelajari oleh seorang karateka adalah pukulan oi-tsuki dan gyaku-tsuki. Teknik tangkisan juga ada berbagai jenis, diantaranya gedan-barai, age-uke, ude-uke, shuto-uke, dan sebagainya (Bermanhot, 2014).

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

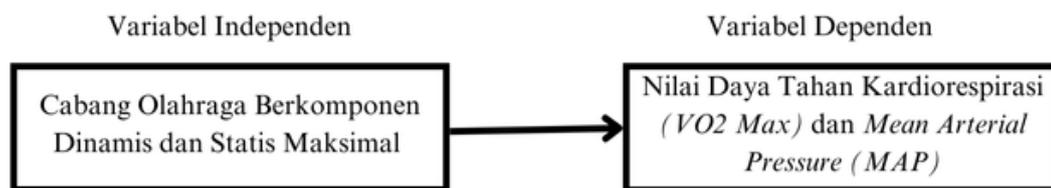
Judul	Penulis	Desain	Variabel	Hasil Penelitian
Pengaruh Latihan Fisik Aerobik Terhadap VO2 Max pada Mahasiswa Pria dengan Berat Badan Berlebih (Overweight)	Watulingas <i>et al.</i> , 2013	Pre-test, post-test, uji-t	Bebas : latihan fisik aerobik Terikat : VO ₂ max pada mahasiswa pria dengan berat badan berlebih	Terdapat peningkatan nilai VO ₂ max sebanyak 16,7% setelah dilakukan latihan fisik aerobik.
Pengaruh Latihan Statis dan Dinamis Terhadap Perubahan Tekanan Darah pada Atlet Hockey Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Makassar	Rasnal, 2020	Uji-t	Bebas : latihan statis, latihan dinamis Terikat : tekanan darah	Ada pengaruh latihan statis dan dinamis terhadap perubahan tekanan darah pada atlet Hockey Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Makassar.
Acute and Prolonged Effects of 300 sec of Static, Dynamic, and Combined Stretching on Flexibility and Muscle Force	Matsuo, 2023	Randomized crossover trial, pre-test, post-test	Bebas : peregangan statis, dinamis, campuran / kombinasi Terikat : rentang gerak (ROM), torsi pasif puncak (PPT), kekakuan pasif, dan kekuatan otot isometrik dan konsentris	Peregangan berdurasi 300 detik secara statis, dinamis, dan campuran memiliki efek akut dan berkepanjangan yang berbeda pada fleksibilitas dan kekuatan otot.

2.5. Kerangka Teori



Gambar 4. Kerangka Teori (Kadir, 2009; Konopka, 2015; Laitupa, Amin, 2016; Maulana, Rochmania, 2021; Rini, Lontoh, 2021)

2.6 Kerangka Konsep



Gambar 5. Kerangka Konsep

2.7 Hipotesis

1. H₀ : Tidak terdapat perbedaan antara nilai daya tahan kardiorespirasi atlet laki-laki cabang olahraga statis dan dinamis.
H_A : Terdapat perbedaan antara antara nilai daya tahan kardiorespirasi atlet laki-laki cabang olahraga statis dan dinamis.
2. H₀ : Tidak terdapat perbedaan antara nilai daya tahan kardiorespirasi atlet perempuan cabang olahraga statis dan dinamis.
H_A : Terdapat perbedaan antara antara nilai daya tahan kardiorespirasi atlet laki-laki cabang olahraga statis dan dinamis.
3. H₀ : Tidak terdapat perbedaan nilai *Mean Arterial Pressure (MAP)* atlet laki-laki cabang olahraga statis dan dinamis.
H₁ : Terdapat perbedaan nilai *Mean Arterial Pressure (MAP)* atlet laki-laki cabang olahraga statis dan dinamis.
4. H₀ : Tidak erdapat perbedaan nilai *Mean Arterial Pressure (MAP)* atlet perempuan cabang olahraga statis dan dinamis.
H₁ : Terdapat perbedaan nilai *Mean Arterial Pressure (MAP)* atlet perempuan cabang olahraga statis dan dinamis.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain deskriptif analitik dengan pendekatan *cross sectional*, berupa melakukan pengukuran variabel independen dan dependen pada satu waktu tanpa melakukan tindakan lanjutan di waktu berikutnya. Data yang diambil adalah berupa nilai VO₂ max dan nilai tekanan darah sistolik dan diastolik dari kelompok atlet yang dipilih.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan di Stadion Sumpah Pemuda dan Kantor Komite Nasional Olahraga Indonesia Provinsi Lampung, Kecamatan Way Halim, Kota Bandar Lampung.

3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Oktober - Desember tahun 2024.

3.3 Populasi dan Sampel

3.3.1 Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh Atlet PON Provinsi Lampung tahun 2024. Cabang olahraga yang dijadikan populasi untuk cabang olahraga berkomponen dinamis maksimal adalah Futsal (12 orang), Bulu Tangkis (10 orang), Hoki (7 orang), serta untuk cabang

olahraga berkomponen statis maksimal adalah Judo (8 orang), Atletik (2 orang), Hapkido (11 orang), Wushu (5 orang), dan Karate (7 orang) sehingga untuk total jumlah populasi adalah 62 orang.

3.3.2 Sampel

Jumlah sampel minimal dalam penelitian ini diukur dengan menggunakan rumus Slovin sebagai berikut (Kurniawan and Wijayanti, 2021) :

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

Keterangan:

n : Jumlah ukuran sampel

N : Jumlah populasi yang diketahui, yakni

e : Derajat Penyimpangan terhadap populasi yang diinginkan, yakni 5%

Untuk mengetahui besar sampel yang dibutuhkan pada olahraga dinamis maksimal dengan jumlah populasi yaitu 29 orang, dilakukan perhitungan dengan rumus di atas,

$$n = \frac{29}{1 + 29(0,05)^2}$$

$$n = \frac{29}{1 + 0,0725}$$

$$n = \frac{29}{1,0725}$$

$$n = 27$$

Untuk mengetahui besar sampel yang dibutuhkan pada olahraga statis maksimal dengan jumlah populasi yaitu 33 orang, dilakukan perhitungan dengan rumus di atas,

$$n = \frac{33}{1 + 33(0,05)^2}$$

$$n = \frac{33}{1 + 0,0825}$$

$$n = 30,4$$

Jumlah sampel minimal yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah 27 orang untuk olahraga dinamis maksimal dan 30 orang untuk olahraga statis maksimal.

Sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik *total sampling*. *Total sampling* artinya metode memilih sampel dimana jumlah sampel sama dengan jumlah populasi, yaitu sebanyak 62 sampel.

3.3.3 Kriteria Eksklusi dan Inklusi

A. Kriteria Inklusi

- 1) Responden bersedia menjadi sampel penelitian hingga selesai dan mengisi informed consent
- 2) Responden tidak merokok
- 3) Telah melakukan pengukuran VO₂ Max dan data responden tersedia

B. Kriteria Eksklusi

- 1) Responden tidak mengikuti latihan rutin yang diselenggarakan KONI
- 2) Respon mempunyai penyakit atau tidak pernah mendapatkan pemeriksaan kardiorespirasi

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel Independen

Variabel independen atau variabel bebas dalam penelitian ini adalah

1. Cabang olahraga berkomponen statis maksimal
2. Cabang olahraga berkomponen dinamis maksimal

3.4.2 Variabel Dependen

Variabel dependen atau variabel terikat dalam penelitian ini adalah

1. Daya tahan kardiorespirasi atlet yaitu nilai VO₂ max
2. *Mean Arterial Pressure* (MAP) atlet

3.5 Definisi Operasional

Tabel 2. Definisi Operasional

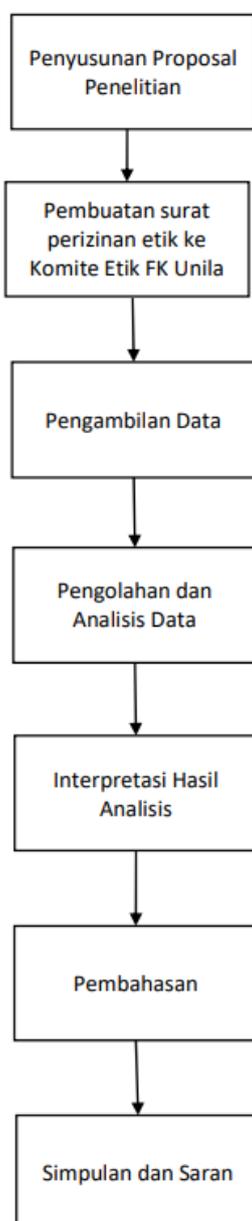
No	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Pengukuran	Skala
1	Jenis Cabang Olahraga	Olahraga yang dipakai dalam penelitian ini adalah olahraga dengan komponen statis dan dinamis maksimal. Olahraga dinamis maksimal adalah Olahraga dengan gaya intramuskular yang kecil, melibatkan perubahan panjang otot dan pergerakan sendi dengan kontraksi ritmis. Olahraga statis maksimal adalah Olahraga dengan pengembangan gaya intramuskular yang relatif besar dengan sedikit atau tidak ada perubahan panjang otot atau pergerakan sendi. (Mitchell et al., 2005)	Olahraga Dinamis Maksimal : Futsal, Bulu Tangkis, Hoki Olahraga Statis Maksimal : Judo, Atletik, Hapkido, Wushu, Karate	Penggunaan massa otot, peningkatan konsumsi oksigen, ritme gerakan, gaya intramuskular	0 = Cabang Olahraga Statis Maksimal 1 = Cabang Olahraga Dinamis Maksimal	Nominal
2	VO2 Max	Volume maksimal oksigen yang diterima jaringan dan digunakan tubuh untuk beraktivitas.	Observasi	Radio tape, meteran, cone, tabel penilaian.	Laki-laki (dalam satuan ml/kg.min) Superior : >55,9 Excellent : 51-55,9 Good : 45,2 – 50,9 Fair : 38,4 – 45,1 Poor : 35 – 38,3 Very poor : <35,0 Perempuan Superior : >41,9 Excellent : 39 – 41,9 Good : 35 – 38,9	Ordinal

					Fair : 31 – 34,9 Poor : 25 – 30,9 Very poor : <25 (Ash-Shiddiqy, 2016)	
3	Mean Arterial Pressure	Tekanan arteri rata-rata selama satu siklus jantung sistol dan diastol.	Observasi	Sfigmomanometer	Optimal : <93.33 Normal : 93.33 – 99.00 Normal – Tinggi : 99.01 – 105.67 Hipertensi derajat I : 105.68 – 119.0 Hipertensi derajat II : 119.01 - 132.33 Hipertensi derajat III : ≥132.34 (Kundu et al., 2017)	Ordinal

3.6 Prosedur Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan adalah lembar *informed consent* dan formulir pendataan riwayat pribadi. Instrumen yang digunakan untuk variabel MAP adalah sfigmomanometer, sementara untuk VO_2 max adalah dilakukan *Bleep Test*. *Bleep Test* sendiri menggunakan *radio tape*, meteran, *cone*, tabel penilaian.

3.7 Alur Penelitian



Gambar 6. Alur Penelitian

3.8 Pengolahan dan Analisis Data

Data yang telah diambil selanjutnya dianalisa dan diolah menggunakan aplikasi pengolahan data. Uji normalitas data menggunakan uji *shapiro-wilk* dikarenakan jumlah sampel kurang dari 50. Bila data terdistribusi normal, metode uji hipotesis menggunakan *Independent T - Test*. Bila data terdistribusi tidak normal, maka digunakan uji statistik *Mann-Whitney*.

Apabila hasil nilai $p < 0.05$, maka hipotesis kerja diterima dan hipotesis nol ditolak. Apabila hasil nilai $p > 0.05$, maka hipotesis nol diterima dan hipotesis kerja ditolak.

3.9 Etika Penelitian

Etika penelitian ini disetujui oleh Komite Etik Fakultas Kedokteran dengan no: 5792/UN26.18/PP.05.02.00/2024

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Hasil analisis atlet laki-laki menunjukkan nilai VO_2 Max atlet pada olahraga dinamis maksimal dan statis maksimal memiliki nilai p sebesar 0.480. H_0 diterima dan H_1 ditolak, yaitu tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok tersebut.
2. Hasil analisis nilai VO_2 Max atlet perempuan olahraga dinamis maksimal dan statis maksimal memiliki nilai p sebesar 0.965 menunjukkan H_0 diterima, H_1 ditolak. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan diantara kedua kelompok.
3. Hasil analisis menunjukkan bahwa MAP atlet laki-laki pada olahraga dinamis maksimal dan statis maksimal memiliki nilai p sebesar 0.921, H_0 diterima dan H_1 ditolak. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok tersebut.
4. Hasil analisis nilai MAP atlet Perempuan olahraga dinamis maksimal dan statis maksimal memiliki nilai p sebesar 0.004, menunjukkan H_1 diterima dan H_0 diterima, bahwa terdapat perbedaan signifikan secara statistik.

5.2 Saran

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan jumlah sampel yang lebih besar dan mencakup atlet dari berbagai daerah atau tingkat kompetisi yang berbeda, sehingga hasil penelitian dapat lebih mewakili populasi atlet secara umum.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat memasukkan variabel seperti pola makan, kebiasaan tidur, tingkat stres, dan aktivitas harian untuk memberikan

analisis yang lebih komprehensif terkait faktor-faktor yang memengaruhi VO_2 Max dan MAP.

3. Penelitian selanjutnya dapat mencakup kelompok pembanding dari populasi non-atlet untuk mengevaluasi sejauh mana perbedaan VO_2 Max dan MAP dipengaruhi oleh latihan fisik secara intensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi S., Aliriad, H., Kusuma, D. W. Y., Arbanisa, W., Winoto, A. 2024. Athletes' Stress and Anxiety Before The Match. *Indonesian Journal of Physical Education and Sport Science*. 4(1) : 11–21.
- Akbar M, Abidin Z. 2015. Makna Prestasi Bagi Atlet Binaraga Studi Kualitatif Fenomenologis pada Atlet Binaraga Nasional. *Jurnal Empati*. 4(2) : 99 – 103
- Ash-Shiddiqy, A. M. 2016. Tingkat VO₂ Max Atlet Tenis Meja Junior dan Senior Putra dan Putri Daerah Istimewa Yogyakarta. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.
- Basset D, Howley E. 2000. Limiting Factors for Maximum Oxygen Uptake and Determinants of Endurance Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 32(1) : 70 – 84
- Bile, R., Tapo, Y. 2022. Pengembangan Model Latihan Pernapasan Berbasis Teknik Olah Napas Tradisional NTT De Colores untuk Meningkatkan Kesehatan Kardiorespirasi Mahasiswa Selama Pandemi Covid-19. *Jurnal Pendidikan Olah Raga*. 11: 340–346.
- Bompa, Buzzichelli. 2015. Periodization Training for Sports. *Human Kinetics Journal*.
- Brown, C., Neufeld, K., Tian, J., Probert, J., LaFlam, A. 2019. Effect of targeting mean arterial pressure during cardiopulmonary bypass by monitoring cerebral autoregulation on postsurgical delirium among older patients: a nested randomized clinical trial. *Jama Surgery*. 154 : 819–826.
- Bryantara OF. Faktor yang berhubungan dengan kebugaran jasmani (VO₂ Maks) atlet sepakbola. *Jurnal Berkala Epidemiologi*. 2016;4:240-5.
- Buana, G. 2012. Hubungan Antara Kebugaran Kardiorespirasi dengan Tekanan Darah pada Wanita Usia 30 - 39 Tahun.
- Budiwanto, S. 2012. Metodologi Latihan Olahraga. Malang : Universitas Negeri Malang.
- Cahyana, I., Parwata, I., Permadi, A. 2023. Dampak Latihan Senam Terhadap Kebugaran Daya Tahan Kardiorespirasi Pada Lanjut Usia Di Kabupaten Karangasem. *Jusindo*. 5 : 68–83.
- Dehghansai, N., Pinder, R., Baker, J., Renshaw, I. 2021. Challenges and stresses experienced by athletes and coaches leading up to the Paralympic Games. *Pose One*. 1(1) : 1–20.
- DeMers, D., Wachs, D. 2023. Physiology, Mean Arterial Pressure.

- Futmasari V, Hartono R, Mardiyono. 2019. Efektivitas Leg Exercise Dan Kombinasi Deep Breathing Terhadap Mean Arterial Pressure (Map) Pada Pasien Post Operasi. *Jendela Nursing Journal*. 3. 22. 10.31983/jnj.v3i1.4510.
- Gem, C. 2023. *English Dictionary and Thesaurus*. Edisi 14. Harper Collins.
- Guntoro, Sinaga, E., Putra, M., Hidayat, R. 2022. PON XX Papua: Bagaimana persepsi masyarakat terhadap dampak yang ditimbulkan? *Jurnal Olahraga Prestasi*. 18(3) : 29–39.
- Guyton, A., Hall, J. 2016. *Textbook of Medical Physiology*.
- Huldani H, Harun A, Aryadi A, et al. Differences in VO₂ maks based on age, gender, hemoglobin levels, and leukocyte counts in hajj prospective pilgrims in Hulu Sungai Tengah Regency, South Kalimantan. *Sys Rev Pharm*. 2020;11(4): 9-13.
- Ibinkule, Enumah. 2016. Maximum oxygen uptake and cardiovascular response of Professional male football and Basketball players to Chester step test. 3(4) : 1–5. Jakarta : EGC.
- Joyner M, Casey D. 2015. Regulation of Increased Blood Flow (Hyperemia) to Muscles During Exercise: A Hierarchy of Competing Physiological Needs. *Physiological Reviews*. 95 (2) : 549 - 601
- Kadir, A. 2009. Adaptasi Kardiovaskular terhadap Latihan Fisik . *Jurnal Ilmiah Kedokteran Wijaya Kusuma*. Edisi Khusus. 37–47.
- Kamaruddin I, Irvan, Sudirman, Rahmi S, Bahtiar I. 2021. Decreasing Mean Arterial Pressure through Physical Activity in Obese Hypertensive Patients. *Makassar : Universitas Negeri Makassar*.
- Kent, M. 2006. *The Oxford Dictionary of Sports Science & Medicine*. Vol. 10. Oxford University Press.
- Kondapalli, A., et al. (2019). Cardio Respiratory Fitness Among Normal, Overweight and Obese Adolescent Girls of Hyderabad. *International Journal of Health Sciences & Research*, 9(3), 65–70.
- Konopka, L. 2015. How exercise influences the brain: a neuroscience perspective. *Croat Medical Journal*. 56(2) :169–171.
- Kuncoro, B., Nurulita, R., Pranata, D., Sukanto, A., Hita, I. 2023. Fisiologis dalam Cabang Olahraga Bola Basket. *Journal on Education*. 5(4) : 14602–14607.
- Kundu, R. N., Biswas, S., Das, M. 2017. Mean Arterial Pressure Classification: A Better Tool for Statistical Interpretation of Blood Pressure Related Risk Covariat. *Cardiology and Angiology: An International Journal*. 6(1) : 1–7.
- Kurniawan A, Puspaningtyas Z. 2016. *Metode Penelitian Kuantitatif*.
- Laitupa, A. A., Amin, M. 2016. Ventilasi dan Perfusi, serta Hubungan antara Ventilasi dan Perfusi. *Jurnal Respirasi*. (1) : 29–34.
- Lestari, K. D. P., et al. (2020). Hubungan Indeks Massa Tubuh, Persentase Lemak Total Tubuh dan Aktivitas Fisik terhadap Tingkat Volume Oksigen Maksimal pada Remaja Putri di Denpasar Selatan. *Majalah Ilmiah Fisioterapi Indonesia*, 28–35.

- Maier, B., Fahed, R., Khoury, N., Guenego, A., Labreuche, J., Taylor, G., Blacher, J. 2019. Association of blood pressure during thrombectomy for acute ischemic stroke with functional outcome: a systematic review. *Stroke*, 2805–2812.
- Matsuo, S. 2023. Acute and Prolonged Effects of 300 sec of Static, Dynamic, and Combined Stretching on Flexibility and Muscle Force. *Journal of Sports Science and Medicine*. 22 : 626–636.
- Maulana, R., Rochmania, A. 2021. Hubungan Intensitas Latihan dengan Imunitas. *Jurnal Prestasi Olahraga*. 4(4) : 20–35.
- Mayrink, J. 2019. Mean arterial blood pressure: potential predictive tool for preeclampsia in a cohort of healthy nulliparous pregnant women. *BMC Pregnancy Childbirth*. 19 : 1–8.
- Mitchell, J., Haskell, W., Snell, P., Van Camp, S. 2005. Task Force 8: Classification of Sports . *Journal of the American College of Cardiology* , 45, 1364–1367.
- Nasrulloh, A., Apriyanto, K., Prasetyo, Y. 2021. Pengukuran dan Metode Latihan Kebugaran. Yogyakarta : UNY Press.
- Nawawinetu ED, Lutfiya I. Factors associated with ability to perform physical fitness tests with qcst. *Journal of Vocational Health Studies*. 2020:98-9.
- Nizar K. Tingkat daya tahan aerobik (VO2 Max) pada anggota tim futsal siba Semarang. *Jurnal Mitra Pendidikan*. 2018;2(8):742-6
- Noakes, T., Peltonen, J., Rusko, H. 2001. Evidence that a central governor regulates exercise performance during acute hypoxia and hyperoxi. *The Journal of Experimental Biology*. 204 : 3225–3234.
Philadelphia : Elsevier.
- Pollock, J., Makaryus, A. 2022. *Physiology, Cardiac Cycle*. Treasure Island : StatPearls Publishing.
- Prananda, I., Permadi, A., Darmawijaya, I. 2022. Hubungan Indeks Massa Tubuh Terhadap Daya Tahan Kardiorespirasi Pada Petani Lansia. *Journal of Innovation Research and Knowledge*. 2 : 2005–2010.
- Purnomo, E., Dapan. 2017. *Dasar - dasar Gerak Atletik*. Yogyakarta : Alfabedia.
- Puspasari, I., Musayyanah, Susanto, P. 2018. Telereport Target Heart Rate (THR) pada Cardio Exercise Berbasis Metode Karvonen. 1907–5022.
- Rasnal, M. 2020. Pengaruh Latihan Statis dan Dinamis Terhadap Perubahan Tekanan Darah pada Atlet Hockey Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Makassar. Makassar : Universitas Negeri Makassar.
- Rini, Lontoh, S. O. 2020. Hubungan Kebiasaan Olahraga dengan Fungsi Paru Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Tarumanegara Angkatan 2019 dan 2020 . *Jurnal Muara Medika Dan Psikologi Klinis*. 1(2) : 147–154.
- Rohmah, N., Hamdani. 2022. Survey Kebugaran Jasmani Menggunakan Tingkat VO2Max pada Peserta Ekstrakurikuler Pencak Silat SMKN 1 Kediri Pasca Pandemi. *Jurnal Pendidikan Olahraga Dan Kesehatan*. 10 (1) : 239–245.
- Ross, D. D. 2017. *Martial Arts for Your Mind and Body*. The Great Courses.

- Rubiyatno, Supriatna E, Suryadi D, Haetami M, Yosika G. 2023. Analysis Endurance Profile (Vo2max) of Women's Volleyball Athletes: Yoyo Intermittent Test Level 1. *Indonesian Journal of Physical Education and Sport Science*. 3(1) : 12-19.
- Rusdiansyah, A. 2019. Pengaruh Aktivitas Fisik Sedang Terhadap Nilai Mean Arterial Pressure (MAP) Pada Mahasiswa Obesitas Grade II. *Jurnal Kesehatan Ilmiah Sandi Husada*. 10(2) : 340–345.
- Saugel, B. 2019. Automated ambulatory blood pressure measurements and intraoperative hypotension in patients having noncardiac surgery with general anesthesia: a prospective observational study. *Anesthesiology*. 131 : 74–83.
- Seeley, R., Tate, P., Stephens, T. 2008. *Principles of Anatomy & Physiology*. Mc-Graw Hill.
- Sekhon, M., Gooderham, P., Menon, D., Brasher, P., Foster, D., Cardim, D., Czosnyka, M. 2019. The burden of brain hypoxia and optimal mean arterial pressure in patients with hypoxic ischemic brain injury after cardiac arrest. *Crit Care Med*. 47 : 960–969.
- Sherwood, L. 2016. *Fisiologi Olahraga Dari Sel Ke Sistem*. Edisi 9.
- Suharjana, F. 2010. Pengaruh Hasil Latihan Peregangan Statis dan Dinamis Terhadap Kelentukan Tugok Menurut Jenis Sex Anak Kelas 3 dan 4 Sekolah Dasar . *Jurnal Olahraga Prestasi*. 6(2) : 83–92.
- Sukadiyanto. 2009. *Metode Melatih Fisik Petenis*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.
- Srivastava S, et al. 2024. Assessment of Maximal Oxygen Uptake (VO2 Max) in Athletes and Nonathletes Assessed in Sports Physiology Laboratory. *Cureus*. 16(5) : 1-10.
- Tortora, G., Derrickson, B. 2014. *Principles of Anatomy and Physiology 14th ed*. Chicago : Danvers.Treasure Island : StatPearls Publishing.
- Watulingas, I., Rampengan, J., Polii, H. 2013. Pengaruh Latihan Fisik Aerobik Terhadap VO2 Max pada Mahasiswa Pria dengan Berat Badan Lebih (Overweight). *Jurnal E-Biomedik*. 1(2) : 1064–1068.
- Wehrwein, E., Joyner, M. 2014. *Autonomic Nervous System*. In *Oh's Intensive Care Manual*. Edisi 7.
- Wibowo, A. T. 2019. *Keterampilan Dasar Permainan Futsal*. Yogyakarta : MBridge Press.
- Wulandari, D., Kaidah, S., Huldani. 2022. Hubungan Kadar Hemoglobin dengan Nilai VO2 Maks pada Atlet. *Homeostasis*. 5(2): 461–472. Yogyakarta : Pandiva Buku.
- Yardley JE, MacMillan F, Hay J, Wittmeier K, Wicklow B, MacIntosh A, et.al. The Blood Pressure Response to Exercise in Youth with Impaired Glucose Tolerance and Type 2 Diabetes. *Pediatric Exercise Science* 2015, 27:120-127.