

**ANALISIS KEMAMPUAN ATLET TAEKWONDO PELATDASU
DENGAN MENGHASILKAN VO_{2MAX} DAN EVALUASI HR_{MAX}
DENGAN PENDEKATAN INDIKATOR *BROUHA***

SKRIPSI



OLEH:

DANDY BASTIAN BUTAR BUTAR

208150069

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

**ANALISIS KEMAMPUAN ATLET TAEKWONDO PELATDASU
DENGAN MENGHASILKAN V_{O2MAX} DAN EVALUASI HR_{MAX}
DENGAN PENDEKATAN INDIKATOR *BROUHA***

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Industri

Universitas Medan Area

OLEH:

DANDY BASTIAN BUTAR BUTAR

208150069

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis kemampuan Atlet Taekwondo PelatdaSu
dengan menghasilkan VO_{2Max} dan Evaluasi HR_{Max}
dengan pendekatan Indikator *Brouha*


Nama : Dandy Bastian Butar Butar

NPM : 208150069

Fakultas : Teknik

Prodi : Teknik industri

Disetujui :
Dosen Pembimbing


Nukhe Andri Silviana, S.T,M.T.

NIDN. 0127038802

Menegetahui :

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi


Dedy Furgus Supriatno, ST, MT
NIDN. 0102027402


Nukhe Andri Silviana, S.T,M.T.
NIDN. 0127038802

Tanggal Lulus : 28 Agustus 2024

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dandy Bastian Butar Butar

NPM : 208150069

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah di tuliskan sumbernya secara jelas dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akedemi yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 15 Juli 2024



(Dandy Bastian Butar Butar)

208150069

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dandy Bastian Butar Butar

NPM : 208150069

Program Studi : Teknik Industri

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusiv Rotalty-Free Right*)** Atas karya ilmiah saya yang berjudul : Analisis kemampuan Atlet Taekwondo PelatdaSu dengan menghasilkan VO_{2Max} dan Evaluasi HR_{Max} dengan pendekatan Indikator *Brouha*. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area Berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Tanggal : 15 juli 2024



(Dandy Bastian Butar Butar)

208160069

RIWAYAT HIDUP

Penulis di lahirkan di Kecamatan Pangkalan Susu, Kabupaten Langkat, Provinsi Sumatera Utara pada tanggal 15 Juni 2002 dari Ayah Parsaoran Butar Butar dan Ibu Martalena Panjaitan merupakan putra keempat dari empat bersaudara.

Penulis pertama kali menempuh Pendidikan Sekolah Dasar Negeri No.050772 Pangkalan Susu pada tahun 2008 dan selesai pada tahun 2014. Pada tahun sama penulis melanjutkan di Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Pangkalan Susu dan selesai pada tahun 2017, pada tahun yang sama penulis melanjutkan Pendidikan di Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Pangkalan Susu, penulis mengambil jurusan IPA dan selesai pada tahun 2020, dan pada tahun yang sama penulis terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Industri Universitas Medan Area.

Berkat Tuhan Yang Maha Esa, usaha yang di sertai doa juga dari kedua orang tua dalam menjalani aktivitas akademik Perguruan Tinggi Swasta Universitas Medan Area. Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan skripsi yang berjudul **“Analisis kemampuan Atlet Taekwondo PelatdaSu dengan menghasilkan VO_{2Max} dan Evaluasi HR_{Max} dengan pendekatan Indikator *Brouha*”**.

ABSTRAK

Dandy Bastian Butar Butar 208150069. Analisis kemampuan Atlet Taekwondo PelatdaSu dengan menghasilkan VO_{2Max} dan Evaluasi HR_{Max} dengan pendekatan Indikator *Brouha*. Dibawah Bimbingan Ibu Nukhe Andri Silviana ST,MT.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui analisis dan evaluasi kemampuan atlet Taekwondo Pelatihan Daerah Sumatera Utara(PELATDASU) dengan menghasilkan nilai VO_{2Max} dan evaluasi HR_{Max} dengan pendekatan Indikator *Brouha* agar membantu para pelatih untuk mengetahui kemaksimalan atlet dalam setiap menu latihan yang telah diberikan oleh para pelatih dalam setiap minggunya. Penelitian ini bertempat dipusat Pelatihan Daerah Taekwondo Sumatera Utara jalan Cemara N0.132 Komplek Cemara Asri Medan. Populasi penelitian ini adalah atlet Putra dan Putri PELATDASU yang berjumlah 23 orang yang terdiri dari 12 atlet Pria dan 11 atlet Wanita. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan pendekatan Indikator *Brouha*. Hasil penelitian menunjukkan perhitungan dengan melakukan pendekatan indikator *Brouha* dengan hasil HR_{Max} seluruh atlet dikategorikan Normal baik dihitung secara manual dan diukur dengan alat yaitu jam garmin. Sedangkan hasil VO_{2Max} seluruh atlet baik dihitung secara manual maupun diukur dengan alat yaitu jam garmin, dalam kategori unggul sebanyak 6 atlet, dalam kategori sangat baik sebanyak 6 atlet, dalam kategori baik sebanyak 7 atlet dan dalam kategori buruk sebanyak 4 atlet yang harus ada perbaikan. Dapat diketahui penggunaan pendekatan indikator *Brouha* ini baik digunakan untuk tes para atlet beladiri Taekwondo, sehingga dengan pendekatan Indikator *Brouha* membantu para pelatih dan atlet untuk mengetahui kemaksimalan atlet setiap pada menu latihannya dalam setiap minggunya.


Kata Kunci: Menu Latihan; VO_{2Max} ; HR_{Max} .

ABSTRACT

Dandy Bastian Butar Butar 208150069. Analysis of the abilities of PelatdaSu Taekwondo Athletes by producing VO₂Max and HR_{Max} evaluation using the Brouha Indicator approach. Under the guidance of Mrs. Nukhe Andri Silviana ST, MT.

This research aims to analyze and evaluate the abilities of North Sumatra Regional Training Taekwondo athletes (PELATDASU) by producing VO₂Max values and HR_{Max} evaluations by using the Brouha Indicator to help coaches find out the athlete's maximum performance in each training menu given by the coaches each week. . This research took place at the Taekwondo Regional Training Center in North Sumatra, Jalan Cemara N0.132, Cemara Asri Complex, Medan. The population of this study was 23 male and female athletes from PELATDASU, consisting of 12 male athletes and 11 female athletes. The method used in this research is the Brouha Indicator approach. The results of the research show that calculations were carried out using the Brouha indicator approach with the HR_{Max} results for all athletes being categorized as Normal, both calculated manually and measured using a device, namely a Garmin watch. Meanwhile, the VO₂Max results for all athletes were either calculated manually or measured using a device, namely a Garmin watch, in the superior category there were 6 athletes, in the very good category there were 6 athletes, in the good category there were 7 athletes and in the poor category there were 4 athletes who needed improvement. It can be seen that the use of the Brouha indicator approach is good for testing Taekwondo martial arts athletes, so that the Brouha Indicator approach helps coaches and athletes to determine the athlete's maximum performance in each week's training menu.

Keywords: Exercise Menu; VO₂Max; HR_{Max}.

TELAH DIVALIDASI PUSBA UMA SEBAGAI SYARAT BERKAS SIDANG	
TANGGAL	PARAF
18/07/2024	



KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur Saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa. Atas ridanya saya dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Adapun judul yang saya ajukan adalah **“Analisis kemampuan Atlet Taekwondo PELATDASU dengan menghasilkan $V_{O_{2Max}}$ dan evaluasi HR_{Max} dengan Pendekatan Indikator Brouha.**

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah skripsi di fakultas Teknik prodi Teknik industri Universitas Medan Area. Tidak dapat di sangkal bahwa butuh usaha yang keras dalam penyelesaian pengerjaan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orang tua tercinta, **BAPAK PARSAORAN BUTAR BUTAR** dan **IBU MARTALENA PANJAITAN** yang telah mendukung dan memberikan doa kepada saya, moral maupun materi demi kesuksesan penyusunan tugas akhir ini. Namun, karya ini tidak akan selesai tanpa orang-orang tercinta di sekeliling saya yang mendukung dan membantu. Terima kasih saya sampaikan kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Eng. Supriatno, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Ibu Nukhe Andri Silviana ST, MT., Selaku ketua program studi dan koordinator program studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Untuk orang yang spesial Yohanesly Putri Sarah Saragih yang terus menemani, mensupport dan membantu saya dalam segala hal.

5. Untuk pelatih Fisik Coach Reza Destya M.Or sudah memberikan waktu luang untuk saya penelitian di Taekwondo Pelatdasu.
6. Untuk Teman-teman saya di Taekwondo Pelatdasu.
7. Seluruh dosen dan staff Fakultas Teknik yang telah banyak memberikan bantuan kepada Penulis.

Semoga segala kebaikan yang telah bapak, ibu, saudara, teman, pelatih, orang special sekalian mendapatkan pahala yang berlipat dari Tuhan Yang Maha Esa. Penulis sangat menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan, karena keterbatasan, kemampuan ilmu, dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat penulis harapkan untuk senantiasa memberikan perbaikan di masa yang akan datang. Semoga karya skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak, Amin.

Medan, 15 Juli 2024



Dandy Bastian Butar Butar

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
RIWAYAT HIDUP	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Asumsi	4
1.6. Manfaat Penelitian.....	5
1.7. Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Ergonomi	8
2.2. Fisologi Kerja.....	9
2.3. VO_{2Max}	10

2.3.1. Defini VO_{2Max}	10
2.3.2. Faktor-faktor yang mempengaruhi VO_{2Max}	11
2.3.3. Pengukuran VO_{2max}	13
2.3.4. Faktor Pemicu Penurunan VO_{2Max}	15
2.4. HR_{Max} (Detak Jantung Maksimum).....	16
2.4.1. Denyut Nadi/Detak jantung.....	16
2.4.2. Definisi HR_{Max} (<i>Maximum heart rate</i>)	17
2.4.3. Faktor-faktor yang mempengaruhi HR_{max} /Denyut Nadi	18
2.4.4. Denyut Nadi Pemulihan	19
2.5. Indikator Brouha.....	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian	21
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	21
3.2.1. Alat	21
3.2.2. Bahan.....	21
3.3. Jenis dan Sumber data	21
3.4. Variabel Penelitian.....	22
3.5. Kerangka Berfikir.....	23
3.6. Tahapan Penelitian.....	24
3.7.1. Pengukuran VO_{2Max}	25
3.7.2. Pengukuran HR_{Max}	25
3.8. Metode pengolahan Data	26
3.8.1. Pengolahan Data VO_{2Max}	26
3.8.2. Pengolahan Data HR_{Max}	26

3.9. Metode Analisis Data	27
3.9.1. Perhitungan indikator Brouha.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1. Deskripsi objek penelitian	29
4.1.1 Responden Berdasarkan Nama, Usia Dan Jenis Kelamin.....	29
4.1.2 Responden berdasarkan Jenis kelamin Atlet	30
4.1.3. Responden Berdasarkan Usia Atlet	31
4.2. Pengelompokan Jadwal Tes Pada Atlet	31
4.3. Pengolahan Tes Dalam Pengukuran VO_{2Max} dan HR_{Max}	32
4.4. Pengambilan dan Pengolahan Data	33
4.4.1. Data HR_{Max} Atlet Pelatda Taekwondo Sumut.....	33
4.4.2. Data VO_{2Max} Atlet Pelatda Taekwondo Sumut	34
4.5. Analisis dan Pengolahan Data	35
4.5.1. Analisis dan Pengolahan Data HR_{max} dengan Melakukan Indikator Brouha	35
4.5.1. Analisis dan Pengolahan Data VO_{2Max} dengan Melakukan Indikator Brouha	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1. Kesimpulan.....	40
5.2. Saran	42
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 3. 2 Kerangka Berfikir.....	23
Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian.	24



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. 1 Jadwal latihan Dan menu latihan Pelatda Taekwondo	2
Tabel 3. 1 Indikator denyut nadi pemulihan.....	27
Tabel 3. 2 Tabel indikator Brouha untuk Penilaian VO_{2Max}	28
Tabel 4. 1 Nama, Usia Dan Jenis kelamin Atlet Pelatda Taekwondo SUMUT	29
Tabel 4. 2 Responden berdasarkan Jenis kelamin atlet	30
Tabel 4. 3 Responden Berdasarkan Usia Atlet	31
Tabel 4. 4 Data Denyut Nadi Atlit Pelatda Taekwondo SUMUT	33
Tabel 4. 5 Data Perolehan Waktu Tes Atlet Pelatda Taekwondo SUMUT.....	34
Tabel 4. 6 Denyut Nadi(HR_{Max}) pemulihan(Brouha) Atlet Pelatda Taekwondo SUMUT Secara Manual	35
Tabel 4. 7 Denyut Nadi(HR_{Max}) pemulihan(Brouha) Atlet Pelatda Taekwondo SUMUT Dengan Jam Garmin.....	37
Tabel 4. 8 VO_{2Max} dengan Indikator Brouha Atlet Pelatda Taekwondo SUMUT	38

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada tahun 2021, jumlah atlet Taekwondo di Sumatera meningkat sebesar 5% dibandingkan tahun 2019. Data statistik dari pengurus Taekwondo Sumatera Utara pada tahun 2021 menyebutkan bahwa Atlet Taekwondo Sumatera Utara terdiri dari 7,5 juta orang menunjukkan bahwa sektor Taekwondo di Sumatera Utara masih fokus pada latihan pertahanan diri.

Kapasitas kardiorespiratori dianggap sebagai elemen utama kesehatan yang terkait dengan tingkat kebugaran seseorang dan sebagai faktor yang relevan dalam merancang program latihan. Reaksi kardiovaskular saat berlatih akan langsung memengaruhi kebutuhan oksigen oleh otot rangka di mana tingkat konsumsi oksigen dan denyut jantung akan meningkat sejalan dengan peningkatan beban kerja. Dari keterkaitan ini sering digunakan untuk menjelaskan dan mengatur pekerjaan dengan tingkat kekhususan tertentu. Tingkat pengeluaran energi pada saat latihan, Daya tahan seseorang dapat diukur dengan memonitor seberapa banyak oksigen yang dikonsumsi, juga dikenal sebagai kapasitas aerobik, kekuatan aerobik, atau kapasitas fisik..

restasi atletik seseorang bisa diukur dengan mendapatkan nilai yang sesuai VO_{2Max} dan nilai HR_{Max} (denyut nadi maksimum). Persamaan HR_{Max} Evaluasi performa pengembangan dengan melihat apakah persamaan yang ada dapat mendekati nilai yang diinginkan dengan nilai HR_{Max} atlet Taekwondo di mana fokus penelitian kali ini adalah nilai HR_{Max} eksperimental. Evaluasi dan persamaan yang

akan dilakukan adalah menganalisa kemampuan VO_{2Max} dan HR_{Max} dengan menggunakan indikator *Brouha*. *Brouha* digunakan sebagai petunjuk untuk menilai tekanan jantung dengan memantau detak jantung yang pulih. (Mohammad & Ananda, 2020)

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan selama saya dan teman teman saya dalam mengikuti Pelatda jangka Panjang dari bulan maret 2022 sampai sekarang, dan memiliki jadwal latihan selama 1 minggu 11 pertemuan dimana latihan terdiri dari latihan fisik dan Teknik, disini penulis meneliti didalam latihan fisik dimana latihan fisik dalam 1 minggu 5 kali pertemuan dan di hari minggu rest/istirahat. Data menunjukkan para Pelatih kesulitan dalam memahami untuk latihan fisik seorang atlet sebagai mana seorang atlet melakukan latihan tersebut dikatakan maksimal dengan menggunakan nilai VO_{2Max} Dan HR_{Max} . Berikut jadwal latihan dan menu latihan Pelatda Taekwondo dalam 1 minggu sebagai berikut:

Tabel 1. 1 Jadwal latihan Dan menu latihan Pelatda Taekwondo

Hari	Waktu	Teknik (jenis latihan)	Waktu	Fisik (jenis latihan)
Senin	07.30 – 10.00	Speed dan Basic Tendangan.	16.00 – 18.00	Endurance (lari melawan alam selama 1 jam)
Selasa	15.00 – 18.00	Tendangan dengan power.	07.30 – 10.00	Gym dan treadmill
Rabu	-	Rest.	07.30 – 10.00	Fartlek (lari dengan variasi)
Kamis	15.00 – 18.00	Tendangan dengan power.	07.30 – 10.00	Gym dan treadmill
Jumat	07.30 – 10.00	Taktik Bertarung dengan menyerang dan bertahan.	16.00 – 18.00	Speed dan kekuatan (Latihan di anak tangga)

Sabtu	15.00 – 18.00	Sparing.	07.30 – 10.00	Endurance (lari 400 m dengan waktu 1.20 menit)
Minggu	-	Rest	-	Rest

Dengan jadwal latihan diatas, peneliti ingin membantu para pelatih dengan meneliti 23 atlet Taekwondo Pelatdasu masing-masing 12 atlet laki-laki dan 11 atlet perempuan di dalamnya dengan menggunakan nilai VO_{2Max} dan HR_{Max} dengan Indikator Brouha. Untuk menentukan nilai VO_{2Max} dan HR_{Max} , peneliti melakukan test lari dengan jarak 2,4 km atau 6 putaran dimana 1 putaran memiliki Panjang lintasan 400m kepada 10 atlet Taekwondo Pelatdasu dengan perolehan waktu yang di tempuh selama 2,4 km atau 6 putaran. Selain menentukan VO_{2Max} Dan HR_{Max} secara manual, peneliti juga menentukan Nilai VO_{2Max} Atlet dari Alat Yang mengukur secara langsung setelah melakukan Test, yang nilai VO_{2Max} langsung tertera pada alat. Alat tersebut berbentuk Jam Tangan yaitu Jam Garmin. Dengan ini penelitian ini dapat membantu para pelatih untuk mengetahui seberapa maksimal seorang atlet dalam latihan fisik dengan menentukan nilai VO_{2Max} dan HR_{Max} seorang atlet dan menu latihan setiap minggunya.

1.2. Perumusan Masalah

Bagaimana menentukan nilai kemampuan fisik atlet Taekwondo PELATDASU dengan menggunakan nilai VO_{2Max} dan HR_{Max} (denyut nadi) dengan menggunakan indikator *Brouha* dan dengan menggunakan Alat Jam Garmin?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dalam studi ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui sejauh mana kekuatan aerobik atau kapasitas fisik seorang atlet Taekwondo PELATDASU dengan nilai VO_{2Max} dan HR_{Max} (denyut nadi), dengan indikator *Brouha* dan menggunakan Jam Garmin.
2. Untuk mengetahui perbandingan nilai VO_{2Max} seorang atlet dengan menggunakan alat yaitu jam Garmin dan secara manual dengan menggunakan waktu yang diperoleh seorang atlet ketika berlari sejauh 2,4 km atau 6 putaran.

1.4. Batasan Masalah

Penelitian ini menggunakan batasan masalah untuk fokus pada pemecahan masalah yang telah dirumuskan., yaitu:

1. Penelitian hanya akan mencakup pada atlet Taekwondo PELATDASU dengan kategori umur senior yaitu 17 tahun sampai dengan 27 tahun.
2. Penelitian ini hanya mencakup untuk menghitung kemampuan fisik seorang atlet Taekwondo PELATDASU.
3. Penelitian ini menggunakan 1 alat saja yaitu jam Garmin dengan jam garmin yang sama untuk semua atlet.
4. Penelitian ini dilakukan selama 2 hari dengan waktu dari jam 07.00-10.00 WIB dengan kondisi atlet dengan sehat dan bugar.

1.5. Asumsi

Asumsi yang dibuat dalam penelitian ini adalah untuk memfokuskan pada aktivitas Atlet sebelum mengikuti uji coba pengukuran VO_{2Max} dan HR_{Max} dengan berlari sejauh 2,4 km atau melakukan 6 putaran, yaitu:

1. Sebelum melakukan tes setiap atlet wajib tidur malam hari sebanyak 8 sampai dengan 10 jam agar saat melakukan tes dengan kondisi yang baik.
2. Pada malam hari, sebelum besoknya tes atlet tidak boleh makan yang pedas dan sayur yang memakai santan.
3. Tes dilakukan pada pagi hari Pukul 07.00 WIB agar atlet menunjukkan kualitas VO_{2Max} dan HR_{Max} dengan maksimal.
4. Sebelum melakukan tes pada pukul 07.00 WIB setiap atlet agar tidak sarapan terlebih dahulu agar tidak terjadi sakit perut pada saat tes, untuk itu atlet agar memakan buah atau roti terlebih dahulu.

1.6. Manfaat Penelitian

Sebagai hasil dari penelitian ini, manfaat yang bisa didapatkan adalah sebagai berikut:

1. Bagi peneliti

Penelitian ini dapat membantu mahasiswa untuk lebih matang dalam memahami dan menyelesaikan masalah yang terjadi di masyarakat dan lingkungan sekitarnya. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan teori-teori yang telah dipelajari selama kuliah.

2. Bagi Atlet dan Pelatih Taekwondo PELATDASU

Melalui penelitian ini diharapkan mampu untuk mengetahui kemampuan aerobik dan kapasitas fisik seorang atlet Taekwondo PELATDASU.

1.7. Sistematika Penulisan.

Dalam penulisan skripsi ini, sistematika penulisannya adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang pendahuluan berisi latar belakang kenapa peneliti ini diangkat, selain itu juga berisi permasalahan yang akan diangkat, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulis.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tentang rangkuman hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan. Selain itu juga berisi konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian, dasar teori yang mendukung kajian yang akan dilakukan dalam penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang materi, alat, tata cara penelitian dan data apa saja yang akan digunakan dalam mengkaji dan menganalisis sesuai dengan bagan alur yang telah dibuat.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang uraian data-data apa saja yang dihasilkan selama penelitian yang selanjutnya diolah menggunakan metode yang telah ditentukan dan hasil penelitian yang telah dilakukan pada saat

pengolahan data untuk selanjutnya dapat menghasilkan suatu kesimpulan dan saran.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari pembahasan hasil penelitian. Selain itu juga terdapat saran atau masukan-masukan yang perlu diberikan, baik terhadap peneliti sendiri maupun peneliti selanjutnya yang dimungkinkan penelitian ini dapat dilanjutkan.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka berisikan tentang sumber-sumber yang digunakan dalam penelitian ini, baik itu berupa jurnal, buku, kutipan-kutipan dari internet.

LAMPIRAN

Lampiran memuat semua peralatan dan informasi tambahan yang diperlukan untuk menjelaskan penelitian lebih lanjut..

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ergonomi

Menurut (Paden & Made, 2016) Ergonomi berasal dari Bahasa Latin, yakni "ergon" dan "nomos", yang berarti kerja dan aturan, dan merupakan ilmu, seni, dan teknologi untuk menyelaraskan fasilitas dengan kemampuan serta keterbatasan manusia agar kualitas hidup meningkat. Ergonomi juga dikenal dengan sebutan "Human Factors". Ergonomi juga dimanfaatkan oleh berbagai ahli/profesional di berbagai disiplin ilmu, seperti arsitek, Perancang produk industri, ilmu fisika psikologi, dan ilmu teknik industri.

Umumnya, tujuan dari penerapan ergonomi bertujuan menciptakan lingkungan kerja yang aman dan nyaman bagi pekerja. (Febri, 2011) adalah:

1. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
2. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah tidak produktif.
3. Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek yaitu aspek teknis, ekonomis. Antropologis dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.

2.2. Fisiologi Kerja

Ilmu ergonomi yang berfokus pada pengukuran energi yang dikeluarkan dan dikonsumsi oleh manusia disebut sebagai fisiologi kerja. (Monita & Sutresna, 2020). Dalam sebuah tata kelola kerja, manusia memiliki peran signifikan karena mereka bertanggung jawab dalam perencanaan, perancangan, pengendalian, dan evaluasi sistem kerja untuk mencapai hasil yang diharapkan, sehingga produk tersebut dapat sesuai dengan kebutuhan manusia tersebut. Peran ergonomi dalam praktikum ini adalah untuk mengurangi kelelahan dan risiko cedera pada tulang dan otot akibat pekerjaan repetitif, sehingga dapat mengurangi masalah kelelahan otot dalam pembuatan produk. Fungsi ergonomi dalam praktikum ini adalah merancang tempat kerja sebelum bekerja, dengan tujuan mengatur tempat kerja agar sesuai dengan kemampuan, keterbatasan, dan ukuran tubuh manusia. Beberapa macam optimasi penerapan gaya otot untuk posisi kaki adalah sebagai berikut:

1. Posisi ekstensi lutut kaki akan menghasikan gaya tekan terbesar pada sudut 160°.
2. Secara garis besar hindari pekerjaan yang melawan gravitasi. Besarnya pengeluaran energi sebagai akibat kerja fisik sangat berkaitan dengan konsumsi energi. Satuan pengukuran konsumsi energi adalah kilokalori (kcal). 1 kcal sama dengan jumlah panas yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur 1 liter air dari 14,5°C menjadi 15,5°C. Energi yang dikonsumsi seringkali bisa diukur secara langsung yaitu melalui konsumsi oksigen (O₂) yang dihisap.

2.3. VO_{2Max}

2.3.1. Defini VO_{2Max}

VO_{2Max} Max merupakan jumlah maksimum oksigen yang dapat digunakan setiap menit. VO_{2Max} adalah tahap penggunaan oksigen tertinggi dalam metabolisme aerobik. VO_{2Max} adalah ukuran maksimum daya serapan aerobik yang mencerminkan seberapa banyak Oksigen yang tersedia untuk digunakan seseorang selama latihan atau tes yang semakin berat dan lama hingga mencapai kelelahan, disebut sebagai VO_{2Max} . (Arifqi, 2024).

Dari penjelasan diatas penulis dapat menyimpulkan bahwa VO_{2Max} merupakan kemampuan tubuh manusia yang dapat menghirup oksigen secara maksimal dengan kegiatan atau pekerjaan atau aktivitas yang sangat berat.

VO_{2Max} yang tinggi menunjukkan tingkat kekuatan daya tahan kardiorespirasi yang baik. Kebugaran kardiorespiratori adalah aspek kebugaran fisik yang berhubungan dengan kesehatan seseorang. Sistem kardiorespiratori melibatkan fungsi paru-paru, jantung, dan peredaran darah di tubuh. Sehingga, dapat dipahami bahwa kebugaran fisik atau ketahanan kardiorespiratori menjadi dasar bagi kesehatan seseorang. Orang yang memiliki tingkat kebugaran yang tinggi memiliki VO_{2Max} yang lebih tinggi dan dapat melakukan aktivitas atau pekerjaan dengan lebih kuat daripada orang yang tidak fit. Beberapa studi menunjukkan bahwa seseorang bisa meningkatkan VO_{2Max} melalui latihan yang memperhatikan intensitas detak jantung. 65% sampai 85% dari tedak jantung maximum, frekuensi 3-5 kali seminggu. Waktu yang diperlukan untuk setiap Latihan adalah 30 menit.

Nilai VO_{2Max} dibatasi oleh *cardiac output*, kemampuan sistem respirasi untuk mengantarkan O_2 ke darah, atau kemampuan otot untuk menggunakan oksigen. Semakin besar massa otot seseorang, semakin besar pula O_2 (ml/menit) yang digunakan selama latihan maksimal.

2.3.2. Faktor-faktor yang mempengaruhi VO_{2Max}

Faktor-faktor yang mempengaruhi VO_{2Max} adalah sebagai berikut:

1. Jantung

Jantung merupakan bagian penting dalam tubuh yang bertugas sebagai penggerak darah guna memberikan oksigen dan nutrisi ke seluruh tubuh. Jantung berkontraksi secara teratur dan kuat karena serabut otot yang membentuk dinding rongga-rongganya. (Riski, 2019).

Selama melakukan pekerjaan atau aktivitas Sistem ini membantu dalam memperkuat metabolisme aerobik dengan meningkatkan jumlah oksigen yang disalurkan ke otot yang sedang aktif. Peran penting dari sistem paru jantung ini terwujud dalam merespons setiap aktivitas atau tugas yang dilakukan. Sistem pernafasan dan peredaran darah terdiri dari paru-paru, jantung, pembuluh darah, darah.

2. Paru-paru

Paru-paru adalah bagian penting dalam tubuh yang secara khusus adalah mendukung sistem pernafasan (Muchamad, 2015). Namun, tidak hanya sebatas itu, sebenarnya fungsi paru-paru cukup kompleks. Bahkan, peran vital ini juga berperan aktif dalam proses ekskresi atau pembuangan uap air dan karbondioksida. Volume

Kapasitas paru adalah volume udara yang masuk dan keluar setiap siklus pernapasan.

3. Pernapasan

Proses pernafasan, juga dikenal sebagai respirasi, adalah pengambilan oksigen, pelepasan karbon dioksida, dan penggunaan energi dalam tubuh. (Sigit, 2009). Bernapas adalah kegiatan yang terjadi secara otomatis di dalam tubuh manusia. Walau kita sedang tidur. Pernapasan dapat dibagi menjadi dua tipe, yakni pernapasan luar dan pernapasan dalam. Pertukaran udara dan darah terjadi dalam paru-paru saat pernapasan eksternal. Perubahan udara di dalam tubuh terjadi saat darah di kapiler bertukar gas dengan sel-sel di seluruh tubuh. Frekuensi pernapasan merujuk pada volume udara yang masuk dan keluar dari tubuh setiap kali bernapas. Beberapa faktor yang mempengaruhi frekuensi pernapasan pada manusia mencakup usia, jenis kelamin, suhu tubuh, posisi tubuh, dan aktivitas. Semakin tua seseorang, frekuensi pernapasannya akan semakin menurun. Terlebih lagi, laki-laki memiliki frekuensi pernapasan yang lebih tinggi daripada perempuan karena kebutuhan oksigen dan produksi karbondioksida pada tubuh laki-laki lebih tinggi daripada pada tubuh perempuan.

beberapa hal yang memengaruhi VO_{2Max} dari penapasan adalah sebagai berikut (Boy & Ely, 2019) :

1. Fungsi fisiologi yang terlibat dalam kapasitas konsumsi oksigen maksimal.
2. Jantung dan paru dan pembuluh darah harus berfungsi dengan baik sehingga oksigen yang dihisap dapat masuk ke paru selanjutnya sampai ke darah.

3. Proses penyampaian oksigen ke jaringan-jaringan oleh sel-sel darah merah harus normal, volume darah harus normal, jumlah sel-sel darah merah harus normal, dan konsentrasi hemoglobin harus normal serta pembuluh darah harus mampu mengalihkan darah dari jaringan-jaringan yang tidak aktif ke otot yang sedang aktif yang membutuhkan oksigen lebih besar.
4. Jaringan-jaringan terutama otot, harus mempunyai kapasitas normal untuk mempergunakan oksigen yang sampai kepadanya. Dengan kata lain, harus memiliki metabolisme yang normal, begitu juga dengan fungsi mitokondria harus normal, seperti kita ketahui bahwa paru-paru yang sehat kemampuan mengkonsumsi oksigen tidak terbatas.

2.3.3. Pengukuran VO_{2max}

VO_{2Max} adalah penyerapan oksigen yang maksimal. Penentuan VO_{2Max} sangat penting untuk menilai seberapa baik daya tahan jantung paru seseorang, dengan cara memperkirakan VO_{2Max} dari intensitas latihan maksimal yang dijalani dianggap paling tepat. Tes MFT atau Multistage Fitness Test

adalah Tes MFT (Multistage Fitness Test) Merupakan metode untuk menilai tingkat kondisi fisik seseorang. Pada umumnya, uji MFT ini dilakukan dalam konteks olahraga bola basket, bertujuan untuk menilai tingkat kebugaran fisik atlet dan wasitnya. Melakukan Tes MFT lebih mudah daripada melakukan TKJI. Tes MFT boleh dilakukan pada beberapa individu sekaligus asal pengetes mampu mencatat setiap langkah tes dengan teliti dan mengakhirkannya sesuai peraturan tes MFT. Berikut dijelaskan tentang beberapa tindakan pencegahan, perlengkapan tes, persiapan pelaksanaan tes, persiapan peserta sebelum dan sesudah tes dan pelaksanaan (Adi & Abd, 2022).

1. Ergocycle test

Melakukan dengan memompa sepeda statis untuk mencapai tingkat kerja yang diperlukan. Pekerjaan bisa diberikan dengan cara yang terus menerus atau berhenti-henti. Penelitian dilakukan di laboratorium menggunakan metode Astrand dengan menggunakan sepeda ergocycle. Yang menjadi patokan dalam eksperimen adalah kenaikan detak jantung saat melakukan aktivitas fisik dengan peningkatan intensitas. Makin kecil peningkatan denyut jantung yang terjadi, maka makin baik kemampuan jantung dan paru orang tersebut, sehingga nilai VO_{2Max} juga akan semakin bagus (Rizki, Huldani, & Asnawati, 2014)

2. Treadmill

Beberapa protokol yang dapat digunakan dalam pemeriksaan dengan treadmill adalah (1) Metode Mitchell, Sproule, dan Chapman, dan (2) Metode Saltin-Astrand. Keuntungan menggunakan treadmill meliputi nilai beban kerja yang konstan, kemudahan mengatur beban kerja pada level yang diinginkan, serta mudah dilakukan karena hampir semua orang terbiasa dengan keahlian yang dibutuhkan (berjalan dan berlari). Meskipun demikian, karena alatnya mahal dan berat, tes ini tidak praktis dilakukan di tempat kerja (Maya & BM, 2013).

3. Field test

Tes ini sangat mudah dilakukan karena tidak membutuhkan alat khusus. Subyek diminta berlari berdasarkan jarak atau waktu tertentu. Beberapa variasi dari tes ini adalah (1) 12 minute run, (2) 1,5 mile run, (3) 2,4 km run test.

2.3.4. Faktor Pemicu Penurunan VO_{2Max}

1. Perokok

Menurut (Betti & Fadhlika, 2019) Perokok aktif adalah seseorang yang telah menghisap 100 batang rokok selama hidupnya dan masih terus merokok. VO_{2Max} akan meningkat pada perokok, baik yang aktif maupun pasif, karena merokok menyebabkan perubahan fisiologis akut maupun kronis. Perubahan akut yang terjadi berupa peningkatan mendadak kebutuhan O_2 sedangkan perubahan kronik yang terjadi adalah peningkatan level tiroksin.

2. Kafein

Kafein memiliki efek ergogenik. Efek ergogenik bisa meningkatkan tekanan darah dan mengurangi aliran darah. (Dewi, 2018). Kafein merupakan zat yang berperan sebagai β_2 -agonis. Aktivasi reseptor β_2 adrenergik oleh kafein menyebabkan aktivitas enzim adenylate siklase serta peningkatan produksi cAMP.

3. Indek Massa Tubuh (IMT)

Indeks Massa Tubuh (IMT) adalah metode yang mudah untuk mengawasi kondisi gizi seseorang, terutama terkait dengan masalah kurang atau terlalu banyak berat badan (obesitas). Kurang berat badan dapat meningkatkan resiko penyakit infeksi, sementara berlebihan berat badan meningkatkan resiko penyakit degenerative. (Purwanti, 2021).

2.4. HR_{Max} (Detak Jantung Maksimum)

2.4.1. Denyut Nadi/Detak jantung

Detak jantung adalah getaran yang terasa di pembuluh darah saat darah dipompa keluar dari jantung. Detak jantung ini mudah terasa di tempat arteri melewati. Menjaga denyut nadi tetap rendah saat melakukan aktivitas berintensitas dipercaya lebih menguntungkan. Apabila detak jantung tetap tinggi meskipun intensitas pekerjaan atau aktivitas sama, hal tersebut umumnya disebut sebagai detak jantung yang tidak terkendali. Dalam proses perkembangannya, jumlah detak jantung maksimum seseorang adalah karakteristik yang individual, spesifik, bawaan, bersifat biometrik, dan tidak ada formula yang bisa dengan akurat memperkirakannya. (I, 2016).

Detak jantung adalah hasil dari fungsi jantung, untuk memahami kinerja jantung dapat dilihat dari denyut nadi yang merupakan pantulan dari detak jantung, detak tersebut diukur setiap menit dengan penghitungan berulang (kali/menit) (Lilik, Hadi, & Setya, 2012). Detak jantung adalah getaran yang dapat dirasakan pada pembuluh darah karena aliran darah yang dipompa oleh jantung, detak jantung merupakan jumlah putaran peredaran darah ke jantung dan digunakan untuk mengukur frekuensi detak jantung. Denyut nadi digunakan sebagai parameter *cardiovascular function*. Individu dengan denyut nadi kurang dari 60 denyut per menit bagi individu yang terlatih menunjukkan kinerja jantung yang baik, sementara denyut nadi istirahat di atas 100 denyut per menit adalah tanda kinerja jantung yang buruk dan kondisi fisik yang terganggu. Semakin tinggi denyut nadi seseorang, menunjukkan semakin besar beban kerja jantung. Apabila situasi ini

terus berlangsung, maka dapat dipastikan kinerja pekerjaan akan menurun. Aktivitas fisik juga diketahui berpengaruh terhadap denyut nadi.

2.4.2. Definisi HR_{Max} (*Maximum heart rate*)

Maximum heart rate (HR_{Max}) adalah frekuensi detak jantung yang bisa tercapai saat berolahraga dan bergantung pada usia. Formula yang sering digunakan adalah formula Fox dan Haskell, untuk mengestimasi detak jantung maksimal seseorang dengan memperhatikan usia. Beberapa formula dapat digunakan untuk memperkirakan detak jantung maksimal. (Badruzzaman & Hamidie, 2018).

Formula yang paling sering digunakan adalah :

$$HR_{\max} = 220 - \text{umur (laki-laki)}$$

$$HR_{\max} = 226 - \text{umur (wanita)}$$

$$HR_{\max} = 220 - \text{setengah umur (pada obesitas)}$$

Formula lain yang dapat digunakan antara lain :

$$HR_{\max} = 206,3 - (0,711 \times \text{umur}) \text{ oleh Londeree dan Moeschberger}$$

$$HR_{\max} = 217 - (0,85 \times \text{umur}) \text{ oleh Miller et. al}$$

$$HR_{\max} = 208 - (0,7 \times \text{umur}) \text{ disebut metode Tanaka}$$

Kebutuhan aliran darah, sistem baroreseptor, dan sistem kemoreseptor memengaruhi frekuensi denyut jantung. Perubahan tekanan darah yang terjadi dengan cepat akan merangsang sistem baroreseptor, mengakibatkan respon menurunkan frekuensi detak jantung dan nadi.

2.4.3. Faktor-faktor yang mempengaruhi HR_{max}/Denyut Nadi

Berbagai faktor seperti usia, jenis kelamin, kehamilan, kondisi kesehatan, riwayat kesehatan, kebiasaan merokok, intensitas dan durasi pekerjaan, sikap kerja, faktor fisik, dan kondisi psikologis dapat mempengaruhi denyut nadi. Frekuensi detak jantung secara perlahan akan stabil untuk memenuhi keperluan oksigen selama fase pertumbuhan. Pada masa remaja, detak jantung tetap dan berdenyut secara teratur. Efek fisiologi usia pada orang dewasa dapat memengaruhi sistem kardiovaskuler. Detak jantung tertinggi terjadi pada bayi dan kemudian frekuensi detak jantung menurun seiring bertambahnya usia. Detak jantung yang ideal tercapai saat bekerja pada intensitas maksimum sub maksimum lebih tinggi pada wanita daripada pria. Pada laki-laki muda yang bekerja dengan intensitas 50%, nadi kerja rata-rata mencapai 128 denyut per menit, sementara pada wanita mencapai 138 denyut per menit. Dalam situasi kegiatan yang intens, frekuensi detak jantung rata-rata adalah 154 denyut/menit untuk pria dan 164 denyut/menit untuk wanita. Penyakit jantung, hipertensi, atau hipotensi pada seseorang akan berdampak pada kinerja jantung. Pada kasus anemia, kebutuhan akan oksigen meningkat sehingga meningkatkan *cardiac output* dan denyut nadi. Rokok bisa meningkatkan detak jantung. Dalam penelitian tersebut, diketahui bahwa denyut nadi meningkat sebanyak 10 hingga 20 denyut/menit bagi mereka yang merokok sebelum bekerja dibandingkan dengan yang tidak merokok saat bekerja. Intensitas kerja yang tinggi atau rendah dapat mempengaruhi denyut nadi. Lama kerja, waktu istirahat, dan ritme kerja yang tepat sesuai dengan kemampuan manusia akan memengaruhi detak jantung. Batas kelelahan kerja tercapai ketika denyut nadi kerja mencapai 30 denyut per menit dan melebihi denyut nadi saat istirahat. Sedangkan nadi kerja tersebut

tidak terus menerus menanjak dan sehabis kerja pulih kembali pada nadi istirahat sesudah \pm 15 menit. Kondisi psikis juga dapat mempengaruhi frekuensi jantung. Kemarahan dan kegembiraan dapat mempercepat frekuensi nadi seseorang. Ketakutan, kecemasan, dan kesedihan juga dapat memperlambat frekuensi nadi seseorang.

2.4.4. Denyut Nadi Pemulihan

Detak jantung yang kembali normal setelah melakukan aktivitas menunjukkan kebugaran fisik yang baik. Sistem saraf otonom yang terdiri dari saraf simpatis dan parasimpatis memengaruhi proses penyembuhan. Jumlah detak jantung biasa ketika sedang beristirahat sekitar 70-80 denyut setiap menit. Kegiatan fisik yang intens menyebabkan peningkatan aliran darah untuk memasok nutrisi dan oksigen ke otot, sehingga jantung berdetak lebih cepat dan kuat serta meningkatkan denyut nadi. (Risa & Nurhamida, 2017).

2.5. Indikator Brouha

Cardiovascular strain bisa dihitung dengan menggunakan denyut nadi pemulihan atau biasa disebut sebagai indikator 'Brouha'. Manfaat dari indikator ini adalah tidak mengganggu atau menghentikan aktivitas saat bekerja sama sekali. Denyut nadi pemulihan (P) dihitung pada akhir 30 detik pada menit pertama, ke dua, dan ke tiga. P1, P2, P3 adalah rata-rata dari ketiga nilai tersebut dan dihubungkan dengan total *cardiac cost* (Melliya, Pepy, & Noveicalistus, 2023) dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Jika $P1 - P3 \geq 10$, atau $P1, P2, P3$ seluruhnya < 90 , nadi pemulihan normal.
2. Jika $P1$ tercatat ≤ 110 , dan $P1 - P3 \geq 10$, maka beban kerja tidak berlebihan.
3. Jika $P1 - P3 < 10$, dan jika $P3 > 90$ perlu ada perbaikan. (Muhammad & Rosnani, 2019)



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian tersebut dilaksanakan di PELATDA Taekwondo Sumatera Utara di Stadion UNIMED. PELATDA Taekwondo Sumatera Utara adalah salah satu Pelatihan Daerah Sumatera Utara yang Bercabang Olahraga Taekwondo untuk persiapan PON SUMUT/ACEH 2024. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari- Mei 2024.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1. Alat

Untuk penelitian ini, alat yang digunakan meliputi stopwatch yang digunakan untuk menghitung batas waktu, Handphone digunakan untuk dokumentasi, dan Jam Garmin untuk mengetahui VO_{2Max} dan HR_{Max} sebagai alat secara langsung.

3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Atlet Taekwondo PELATDASU dalam keadaan sehat jasmani dan Rohani.

3.3. Jenis dan Sumber data

Sumber data penelitian ini berasal dari data primer dan data sekunder.sebagai berikut:

1. Data primer merupakan data yang diperoleh berdasarkan pengamatan (survei), dan pengukuran secara langsung. Data primer diperoleh melalui pengukuran langsung yang mencakup data denyut nadi.

2. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari pihak yang terkait dengan penelitian ini diantaranya gambaran umum perusahaan. Data sekunder berasal dari referensi seperti jurnal, buku penelitian, dan sumber lainnya.

3.4. Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah suatu atribut, nilai, atau karakteristik dari sebuah objek penelitian yang ditentukan oleh seorang peneliti untuk dipelajari dan ditarik kesimpulannya.

a. Variabel bebas

Variabel ini memiliki pengaruh atas berbagai perubahan yang terjadi pada variabel lainnya. Variabel penelitian ini juga disebut sebagai istilah variabel stimulus atau pengaruh, yang mana mengalami perubahan yang disebabkan karena variabel ini.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah :

1. Model menu Latihan

Model menu latihan di Pelatda Taekwondo Sumatera Utara memiliki 11 kali pertemuan dalam satu minggunya dimana dalam 1 minggu terdiri dari latihan fisik dan Teknik. Menu latihan fisik diantaranya ada Jogstrike, interval, long jogg, speed, endurance dan lainnya, sedangkan latihan teknik menu latihannya ada basic tendangan, speed, koordinasi, sparing dan lainnya.

2. Kemampuan VO_{2Max}

Kemampuan tubuh manusia yang dapat menghirup oksigen secara maksimal dengan kegiatan atau pekerjaan atau aktivitas yang sangat berat.

3. Kemampuan HR_{Max}

Detak jantung yang dapat dicapai saat berolahraga atau bekerja keras bergantung pada usia seseorang.

4. Indikator Brouha

Cardiovascular strain dapat diestimasi dengan menggunakan denyut nadi pemulihan (heart rate recover)

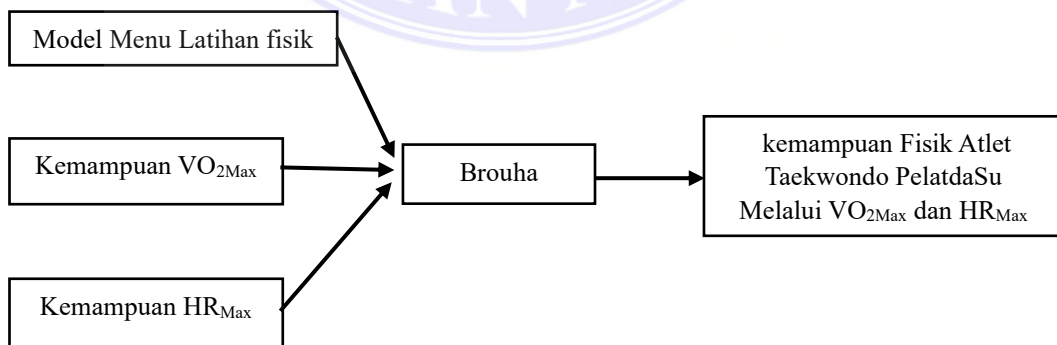
b. Variabel terikat

Variabel selanjutnya yakni variabel yang dianggap terjadi atas suatu akibat dari adanya variabel bebas. Variabel ini adalah variabel yang tidak bebas dan mempengaruhi setiap variabel bebas atau variabel independen.

Variabel terikat dalam penelitian ini merupakan Kemampuan fisik atlet Taekwondo PelatdaSu melalui VO_{2Max} dan HR_{Max} .

3.5. Kerangka Berfikir

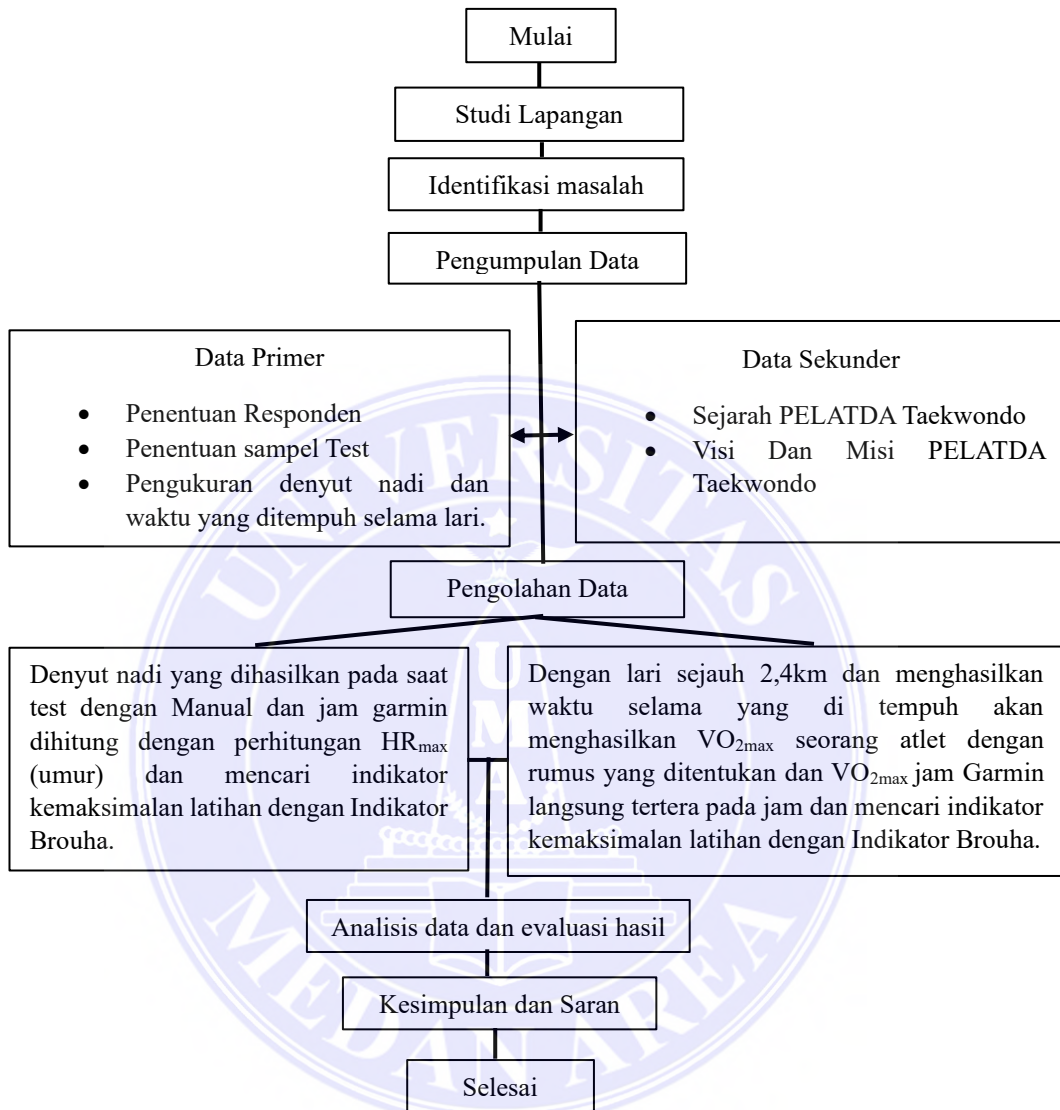
Dengan memahami bagaimana faktor-faktor saling berhubungan dalam konsep Indikator brouha, hubungan antar faktor yang diperluas dapat disusun menjadi kerangka berpikir penelitian seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.2.:



Gambar 3. 1 Kerangka Berfikir

3.6. Tahapan Penelitian

Adapun tahapan penelitian yang akan dilakukan seperti gambar 3.1



Gambar 3. 2 Tahapan Penelitian.

1. Studi Pendahuluan

Tahap ini berupa survei langsung kepada atlet PELATDASU Taekwondo untuk mengumpulkan data sehingga dapat menentukan kondisi permasalahan yang akan diteliti.

2. Identifikasi Permasalahan

Identifikasi permasalahan ini bertujuan untuk mengetahui permasalahan mengenai tingkat keseriusan seorang atlet dalam melakukan latihan dengan menghitung nilai HR_{Max} dan VO_{2Max} dengan Indikator brouha.

3.7. Metode Pengumpulan Data

3.7.1. Pengukuran VO_{2Max}

VO_{2Max} adalah pengukuran skala dari jumlah maksimum oksigen yang digunakan saat melakukan kegiatan yang berat. Skala ini mengukur seberapa baik ketahanan aerobik dan kebugaran kardiovaskular Anda dengan menunjukkan seberapa efisien sel anda dalam menggunakan oksigen sebagai energi. Ada beberapa metode dalam melakukan pengukuran VO_{2Max} , tetapi kebanyakan menggunakan alat seperti treadmill, sepeda latihan dan lari.

Tetapi, penulis disini melakukan pengukuran VO_{2Max} dengan melakukan lari sejauh 2,4 km. Berlari jarak 2,4 km adalah metode pengukuran kapasitas kebugaran(aerobik) setiap atlet dengan melakukan lari secepat-sepatnya dengan jarak 2,4km sehingga mendapatkan waktu.

3.7.2. Pengukuran HR_{Max}

HR_{Max} adalah skala ukuran detak jantung yang dicapai seseorang saat memacu tubuhnya sampai dengan batas ketahanan fisiknya. Skala ini dapat mengukur tingkat ketahanan aerobik dan kebugaran kardiovaskular atlet berdasarkan denyut nadi per menit sebelum dan setelah aktivitas. Ada beberapa metode dalam melakukan pengukuran HR_{max} , tetapi kebanyakan menggunakan alat seperti treadmill, sepeda latihan dan lari.

Tetapi, penulis disini melakukan pengukuran HR_{Max} dengan melakukan lari sejauh 2,4 km. Berlari jarak 2,4 km adalah metode pengukuran kapasitas kebugaran(aerobik) setiap atlet dengan melakukan lari secepat-sepatnya dengan jarak 2,4km sehingga mendapatkan denyut nadi setelah tes.

3.8. Metode pengolahan Data

3.8.1. Pengolahan Data VO_{2Max}

Data diambil dengan melakukan pengukuran waktu seorang atlet dalam berlari dengan jarak 2.4km. menurut (Haikal & Ari, 2020) Maka didapat dengan rumus VO_{2Max} (dengan lari 2,4km) :

$$VO_{2Max} = (483 / \text{waktu(menit)}) + 3,5$$

3.8.2. Pengolahan Data HR_{Max}

Pengambilan data ini di lakukan dengan mengukur detak denyut nadi atlet dalam 1 menit pada tahap 1 sebelum beraktivitas Langkah kedua setelah menjalani tes dengan lari jarak sejauh 2,4 km atau 6 putaran, dan tahap 3 setelah tes istirahat dalam waktu 30 menit.

Berikut adalah detak jantung normal berdasarkan usia:

- 20 tahun: normal 100-170 kali/menit dan maksimal 200 kali/menit
- 30 tahun: normal 95-162 kali/menit dan maksimal 190 kali/menit
- 35 tahun: normal 93-157 kali/menit dan maksimal 185 kali/menit
- 40 tahun: normal 90-153 kali/menit dan maksimal 180 kali/menit
- 45 tahun: normal 88-149 kali/menit dan maksimal 175 kali/menit
- 50 tahun: normal 85-145 kali/menit dan maksimal 170 kali/menit

- 55 tahun: normal 83-140 kali/menit dan maksimal 165 kali/menit
- 60 tahun: normal 80-136 kali/menit dan maksimal 160 kali/menit
- 65 tahun: normal 78-132 kali/menit dan maksimal 155 kali/menit
- 70 tahun: normal 75-128 kali/menit dan maksimal 150 kali/menit

menurut (Fandy & Eka, 2022)Maka didapatkan Rumus HR_{Max} :

$$HR_{Max} = 220 - \text{Umur (Pria)}$$

$$HR_{Max} = 200 - \text{umur (Wanita)}$$

3.9. Metode Analisis Data

3.9.1. Perhitungan indikator Brouha

- a. Perhitungan indikator brouha dengan nilai HR_{Max} (denyut nadi pemulihan)

Indikator ini mencampurkan latihan kardiovaskular dengan detak jantung pemulihan(P). Detak jantung dihitung selama 30 detik awal, tengah, dan akhir. Menurut (Muhammad & Rosnani, 2019), nilai pemulihan seperti P1, P2, P3 diperoleh ketentuan seperti pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Indikator denyut nadi pemulihan

Denyut Nadi Pemulihan	Indikator
Jika $P1-P3 > 10$ atau $P1, P2, P3 = > 100$	Nadi Pemulihan Normal.
Jika rata-rata $P1 \leq 110$, dan $P1-P3 < 10$	Latihan Fisik tidak maksimal (Not excessive).
Jika $P1-P3 < 10$ dan Jika $P3 < 90$	Perlu ada perbaikan (redesain).

b. Indikator brouha untuk hasil VO_{2Max}

Dari hasil tes yang didapatkan untuk setiap atlet lalu setiap nilai VO_{2Max} dimasukkan kedalam indikator penilaian Indikator Brouha seperti Tabel 3.2 (Haikal & Ari, 2020).

Tabel 3. 2 Tabel indikator Brouha untuk Penilaian VO_{2Max}

Umur	Unggul	Sangat Baik	Baik	Buruk	Sangat Buruk
Laki-laki					
20-29	56+	51-55	46-50	42-45	≤ 41
30-39	54+	48-53	44-47	41-43	≤ 40
40-49	53+	46-52	42-45	38-41	≤ 37
50-59	50+	43-49	38-42	35-37	≤ 34
60-69	46+	39-45	35-38	31-34	≤ 30
70-79	42+	36-41	31-35	28-30	≤ 27
Perempuan					
20-29	50+	44-49	40-43	36-39	≤ 35
30-29	46+	41-45	37-40	34-36	≤ 33
40-49	45+	39-44	35-38	32-34	≤ 31
50-59	35+	31-34	29-30	26-28	≤ 25
60-69	36+	32-35	29-31	25-28	≤ 24
70-79	36+	30-35	27-29	24-26	≤ 23

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dengan menganalisis data yang telah diproses, peneliti menyimpulkan hal sebagai berikut:

1. Dengan telah di buat jadwal latihan dan menu latihan setiap minggunya oleh para pelatih, dengan ini peneliti membantu para pelatih untuk mengetahui kemaksimalan atlet pada latihan setiap harinya dengan tes yang telah dilakukan. Dan setiap atlet melakukan asumsi yang telah di buat oleh peneliti agar memaksimalkan pada tes.
2. Dengan menentukan kemaksimalan HR_{Max} setiap atlet dilakukan dengan pergitungan denyut nadi di mana perhitungan denyut nadi dilakukan dengan 2 kelompok:
 - Pertama, dilakukan secara manual Dimana denyut nadi setiap atlet sebelum tes dengan rata-rata 70-80 bpm. Setelah tes denyut nadi atlet dengan rata-rata 184-192 bpm. Dengan frekuensi detak jantung pemulihan yang dihitung sebanyak 3 kali(P1,P2,dan P3). Dimana denyut nadi rata-rata P1= 172-182 bpm, P2= 162-172 bpm, dan P3= 152-158 bpm. Dengan denyut nadi yang diperoleh peneliti mencari dengan melakukan indikator Brouha setiap atlet melakukan tes dengan maksimal kerana didalan indikator brouha setiap atlet memiliki denyut nadi pemulihan secara Normal.
 - Kedua, dilakukan menggunakan jam garmin Dimana denyut nadi setiap atlet sebelum tes dengan rata-rata 74-84 bpm. Setelah tes denyut nadi atlet dengan rata-rata 188-196 bpm. Dengan langkah pemulihan yang diambil sebanyak

denyut nadi 3 kali(P1,P2,dan P3). Dimana denyut nadi rata-rata P1= 176-186 bpm, P2= 166-176 bpm, dan P3= 156-162 bpm. Dengan denyut nadi yang diperoleh peneliti mencari dengan melakukan pendekatan indikator Brouha setiap atlet melakukan tes dengan maksimal kerana didalan indikator brouha setiap atlet memiliki denyut nadi pemulihan secara Normal.

Menentukan HR_{Max} atlet dengan 2 kelompok tersebut, peneliti menyimpulkan perbedaan hitungan denyut nadi pada atlet per 1 menit beda 4 bpm. Dengan perbedaan tersebut tidak berpengaruh pada perhitungan kemaksimalan seorang atlet pada tes. Oleh kerana itu, perhitungan menggunakan jam garmin atau secara manual sama-sama efektif. Dengan menentukan VO_{2Max} setiap atlet dilakukan Melakukan tes dengan jarak 2,4 km dengan menghasilkan waktu secepatnya lalu mencari VO_{2Max} atlet dengan rumus yang telah di tentukan. Dan VO_{2Max} atlet dengan jam garmin langsung tertera pada jam garmin tersebut. Dengan perhitungan secara manual dengan waktu yang di peroleh dan menggunakan jam garmin nilai VO_{2Max} setiap atlet sama. Oleh kerana itu untuk menentukan VO_{2Max} dengan 2 pencarian tersebut sama-sama efektif untuk dipergunakan. Dimana nilai VO_{2Max} setiap atlet sebagai berikut :

- Unggul = 56+ ml/kg/menit terdiri dari 6 Atlet
- Sangat Baik = 51-55 ml/kg/menit terdiri dari 6 Atlet
- Baik = 46-50 ml/kg/menit terdiri dari 7 Atlet
- Buruk = 42-45 ml/kg/menit terdiri dari 4 Atlet

5.2. Saran

Dari data-data lapangan, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini pada dasarnya berjalan dengan lancar. Namun, peneliti dapat memberikan rekomendasi yang diharapkan berguna untuk kemajuan Pendidikan secara keseluruhan. Berkenaan dengan hal itu, peneliti menyarankan hal berikut:

1. Harapannya pada penelitian berikutnya dapat menjelajahi lebih lanjut mengenai faktor-faktor kebutuhan yang diperlukan oleh pelatih dan atlet dalam kaitannya dengan tes yang digunakan untuk menentukan HR_{Max} dan VO_{2Max} setiap atlet. Agar mempermudah untuk mengetahui HR_{Max} dan VO_{2Max} , Sebaiknya setiap atlet menggunakan jam Garmin.
2. Perlu bagi para peneliti di masa mendatang untuk memperluas lingkup penelitian ini karena belum mencakup seluruh aspek yang dibutuhkan dalam memaksimalan setiap atlet pada tes yang membantu parah pelatih. Dalam proses pengumpulan data, sebaiknya gunakan metode yang dianggap lebih efisien untuk mendapatkan data yang dibutuhkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, K., & Abd, C. (2022). pengaruh Program MFT dan Balke serta pengetahuan awal terhadap kemampuan menggiring bola. *jurnal pendidikan kesehatan rekreasi*, 32-39.
- Arifqi, P. (2024). Pengaruh Latihan interval ekstensif dan metode latihan interval intensif terhadap VO2Max. *Spot, Education, and technology*, 7-12.
- Badruzzaman, B., & Hamidie, R. D. (2018). Perbandingan metode interval training dan continuous run terhadap peningkatan Vo2max dan Hrmax. *jurnal terapan ilmu keolahragaan*, 76.
- Betti, R., & Fadhlita, A. (2019). Perbandingan Kadar logam kadmium (Cd)- dalam darah perokok aktif dan pasif di terminal bus. *Jurnal Sains Dan teknologi*, 70-77.
- Boy, I., & Ely, Y. (2019). Penyuluhan pentingnya peningkatan Vo2max guna meningkatkan kondisi fisik pemain sepakbola fortuna fc kecamatan rantau rasau. *jurnal ilmiah sport Coaching and Education*, 41-50.
- Dewi, S. H. (2018). Kandungan Kafein pada kopi dan pengaruh terhadap tubuh. *Media Litbangkes*, 185-192.
- Fandy, O. J., & Eka, R. M. (2022). Pengaruh pemberian Minuman Vitamin C dengan vo2max, Dan masa pemulihan. *Jurnal kesehatan andalas*, 22-25.
- Febri, E. B. (2011). Penerapan Ergonomi dalam Konsep Kesehatan. *Saintika Medika*, 7.

- Haikal, M., & Ari, P. (2020). Pengembangan perhitungan kapasitas volume oksigen maksimal (vo2max) menggunakan tes lari 2,4 km berbasis aplikasi android. *jurnal pendidikan jasmani dan olahraga*, 156-169.
- I, N. S. (2016). Pengaruh latihan fisik terhadap denyut nadi. *Sport and fitness Journal*, 1-4.
- Lilik, H., Hadi, S. S., & Setya, R. (2012). Pengaruh pemberian asupan cairan (air) terhadap profil denyut jantung pada aktivitas aerobik. *Sport science and Fitness*, 1-2.
- Maya, K., & BM, W. K. (2013). pengaruh latihan fartlek dengan treadmill dan lari dilapangan daya tahan Kardiorespirasi. *jurnal keolahragaan*, 72-83.
- Melliya, Pepy, A., & Noveicalistus, H. D. (2023). PENGUKURAN BEBAN KERJA FISIK DAN MENTAL DENGAN METODE CVL, BROUHA DAN NASA-TLX PADA OPERATOR SPBU PERTAMINA. *Industrial Engineering and Management System*, 95-100.
- Mohammad, M. I., & Ananda, P. B. (2020). Jurnal Olahraga Kesehatan. *Analisis Kemampuan Vo2 Max Dan Heart Rate Wasit Bola Tangan Provinsi Jawa Timur*, 55-60.
- Monita, R., & Sutresna, J. (2020). Analisis beban kerja fisiologis Mahasiswa saat praktikum analisis perancangan kerja dengan menggunakan 10 denyut. *Jurnal pendidikan dan aplikasi industri (UNISTEK)*, 22-31.
- Muchamad, A. H. (2015). Aplikasi segmentasi paru paru. *jurnal ilmu komputer dan teknologi informasi*, 5-8.
- Muhammad, K., & Rosnani, G. (2019). analisa Beban Kerja pada Stasiun Sorting pada Kertasarie Tea Factory dengan Menghitung Denyut Nadi Pekerja

dengan Metode Brouha. *TALENTA Conference Series: Energy & Engineering*, 84.

Muhammad, K., & Rosnani, G. (2019). analisis beban kerja pada stasiun sortir pada kertasarie tea factory dengan menghitung denyut nadi pekerja dengan metode brouha. *Talenta Conference series energy dan engineering*, 7.

NURWIYANTO, A. D. (2017, september 29). *Pengertian MFT (multistage fitnessstest)*. Retrieved from blogspot.com:

<https://bahagiaselalusehat.blogspot.com/2017/09/pengertian-mft-multistage-fitness-test.html>

olahraga, G. (2016, february 02). *pengertian Daya tahan aerobik*. Retrieved from ibuguruolahraga.com:

<https://ibuguruolahraga.blogspot.com/2016/02/pengertian-daya-tahan-aerobik-vo2-max.html#>

Paden, W. M., & Made, S. (2016). Ergonomi Dalam Pembelajaran Menunjang Profesionalisme Gura Di Era Global. *Jurnal pendidikan Indonesia*, 5.

Purwanti, S. (2021). Hubungan Indeks Masa Tubuh (IMT) dengan persen lemak tubuh, dan lemak viscelar dikota semarang. *Jurnal Gizi*, 51-59.

Risa, F. L., & Nurhamida, S. S. (2017). Pengaruh pemberian semangka terhadap denyut nadi pemulihan setelah melakukan aktivitas fisik. *Jurnal ilmiah ilmu keolaragaan*, 1-10.

Riski, A. (2019). Analisis Komparasi Algoritma kalsifikasi data miring untuk prediksi penderita penyakit jantung. *Jurnal teknik informatika Kaputama*, 22-28.

- Rizki, A. S., Huldani, & Asnawati. (2014). `Perbedaan tekanan darah sesudah tes Ergocycle pada mahasiswi fakultas kedokteran unlam yang menstruasi dan tidak menstruasi. *Berkala kedokteran*, 17-23.
- Romlah, S. (2022, January 19). *bahas materi penjaskes*. Retrieved from dosenpenjas.com: <https://dosenpenjas.com/daya-tahan/>
- Sigit, N. (2009). Terapi Pernapasan Pada penderita asma. *Jurnal ilmiah kesehatan olahraga*.
- Sugiyono. (2016). Pengaruh motivasi dan kompetensi terhadap kinerja karyawan Politeknik Lp3I Jakarta. *Lanterna Bisnis*, 61-63.
- UNILA. (2011, May 15). *Tinjauan Pustaka Vo2max*. Retrieved from digilib.unila.ac.id: <https://digilib.unila.ac.id/7264/15/BAB%20II.pdf>
- UNUD. (n.d.). *daftar pustaka denyut nadi*. Retrieved from sinta.unud.ac.id: https://sinta.unud.ac.id/uploads/dokumen_dir/0a96319e4668a6110bd194e250cbadf4.pdf

LAMPIRAN

Lampiran surat Riset

UNIVERSITAS MEDAN AREA
FAKULTAS TEKNIK

Kampus I : Jalan Kolam Nomor 1 Medan Estate/Jalan PBSI Nomor 1 ☎(061) 7366878, 7360168, 7364348, 7366781, Fax.(061) 7366898 Medan 20223
Kampus II : Jalan Seabudi Nomor 79 / Jalan Sei Serayu Nomor 70 A, ☎ (061) 8225602, Fax. (061) 8226331 Medan 20122
Website: www.teknik.uma.ac.id E-mail: univ_medanarea@uma.ac.id

Nomor : 362/FT.5/01.10/XII/2023 28 Desember 2023
Lamp : -
Hal : **Penelitian Dan Pengambilan Data Tugas Akhir**

Yth. Pimpinan Pengurus Provinsi Sumatera Utara Taekwondo Indonesia
Jalan Cemara Bovieved No. 132 Komplek Cemara Asri
Di
Medan

Dengan hormat,
Kami mohon kesediaan Bapak/Ibu berkenan untuk memberikan izin dan kesempatan kepada mahasiswa kami tersebut dibawah ini :

NO	N A M A	N P M	PRODI
1	Dandy Bastian Butar Butar	208150069	Industri

Untuk melaksanakan Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir pada perusahaan/Instansi yang Bapak/Ibu Pimpin.

Perlu kami jelaskan bahwa Pengambilan Data tersebut adalah semata-mata untuk tujuan ilmiah dan Skripsi yang merupakan salah satu syarat bagi mahasiswa tersebut untuk mengikuti ujian sarjana pada Fakultas Teknik Universitas Medan Area dan tidak untuk dipublikasikan, dengan judul penelitian :

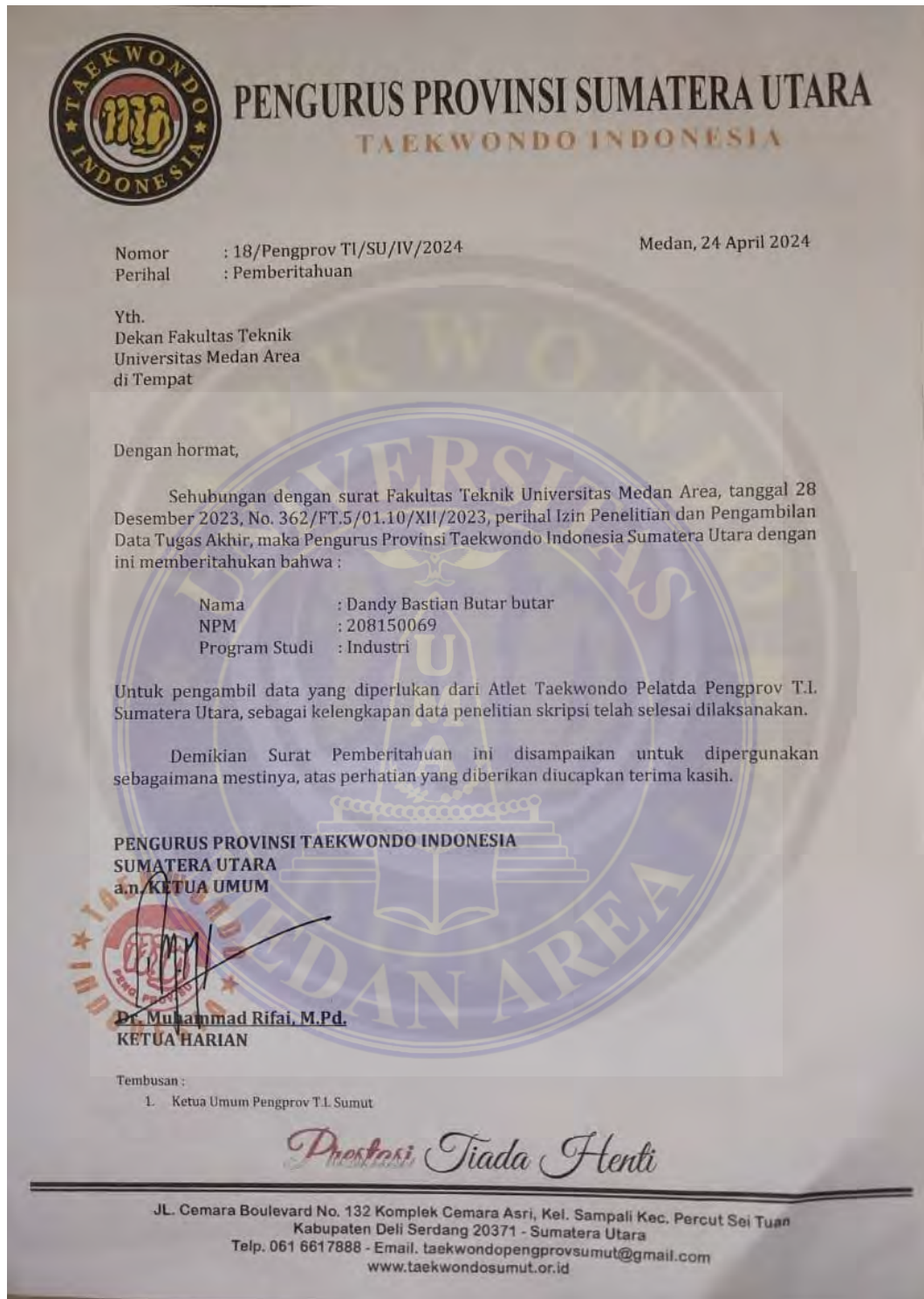
Analisis Kemampuan Atlet Taekwondo PELATDASU dengan Menghasilkan VO2 Max dan Evaluasi HR Max Melakukan Indikator Brouha

Atas perhatian dan kerja sama yang baik diucapkan terima kasih.

Dekan,
Dr.Eng. Sopriatno, ST, MT

Tembusan :
1. Ka. BAMAI
2. Mahasiswa
3. File

Lampiran Surat selesai riset



Lampiran foto kegiatan pengambilan data



Lampiran foto jam Garmin

