HUBUNGAN INTENSITAS AKTIVITAS FISIK DENGAN KELELAHAN OTOT PADA ATLET BULUTANGKIS REMAJA DI KOTA MEDAN

SKRIPSI

Oleh :
SAUMUNNISA SALSABILA
2208260066

FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2026

HUBUNGAN INTENSITAS AKTIVITAS FISIK DENGAN KELELAHAN OTOT PADA ATLET BULUTANGKIS REMAJA DI KOTA MEDAN

Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh kelulusan Sarjana Kedokteran

Oleh :

SAUMUNNISA SALSABILA

2208260066

FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

MEDAN

2026

HALAMAN ORISINALITAS

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Saumunnisa Salsabila

NPM : 2208260066

Judul Skripsi : HUBUNGAN INTENSITAS AKTIVITAS FISIK DENGAN KELELAHAN OTOT PADA ATLET BULUTANGKIS REMAJA DI KOTA MEDAN

Demikianlah pernyataan ini saya perbuat, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Medan, 22 Juli 2026

Penulis



Saumunnisa Salsabila

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING

MAJELIS PENDIDIKAN, PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS KEDOKTERAN
Jalan Gedung Arca No. 53 Medan 20217 Telp. (061) 7350163 – 7333162 Ext.20
Fax. (061) 7363488 Website : fk@umsu@ac.id

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : **SAUMUNNISA SALSABILA**

NPM : **2208260101**

Prodi/Bagian : **Pendidikan Dokter**

Judul Skripsi : **HUBUNGAN ANTARA INTENSITAS AKTIVITAS FISIK DENGAN KELELAHAN OTOT PADA ATLET REMAJA DIKOTA MEDAN**

Disetujui untuk disampaikan kepada panitia ujian

Medan, 4 Juni 2026

Pembimbing,

(Dr.Yulia Fauziah, M.sc)
NIDN: 0119088504

UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI, PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS KEDOKTERAN
Jalan Gedung Arca No. 53 Medan 20217 Telp. (061) 7350163 – 7333162 Ext. 20 Fax. (061) 7363488
Website : fk@umsu@ac.id

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : SAUMUNNISA SALSABILA
NPM : 2208260066
Judul : **HUBUNGAN INTENSITAS AKTIVITAS FISIK DAN KELELAHAN OTOT PADA ATLET REMAJA DI KOTA MEDAN.**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing

(Dr. Yulia Fauziyah, M.Sc)

Penguji 1

(dr. Ananda Marina, Sp.KFR)

Penguji 2

(dr. Sharlini Desfika Nasution, M.Biomed)

Mengetahui

Dekan FK UMSU

(dr. Siti Masliana Siregar, Sp. THT-KL., Subsp.Rino(K))
NIDN : 0106098201

Ketua Program Studi
Pendidikan Dokter FK UMSU

(dr. Desi Isnayanti, M.Pd.Ked)
NIDN : 0112098605

Ditetapkan di : Medan
Tanggal : 10 September 2026

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran di Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Saya menyadari bahwa skripsi ini tidak akan selesai tanpa dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. dr. Siti Masliana Siregar, Sp.THT-KL(K), selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk melakukan penelitian.
2. dr. Desi Isnayanti, M.Pd.Ked selaku Ketua Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Dr. Yulia Fauziyah, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing penulis dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi.
4. dr. Ananda Marina, Sp.KFR selaku dosen penguji I dan atas bimbingan dan arahan untuk saya agar penulisan skripsi lebih baik.
5. dr. Sharlini Desfika Nasution, M.Biomed selaku dosen penguji II atas bimbingan dan arahan untuk saya agar penulisan skripsi lebih baik.
6. Assoc. Prof. Dr. dr. Humairah Medina Liza Lubis, M.Ked (PA)., Sp.PA selaku dosen pembimbing akademik penulis selama menjalani studi di Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Kepada orang tua penulis tercinta, Bapak Abdul Mulkan Azima dan Ibu Dian Marshanti yang dengan penuh cinta dan kesabaran senantiasa mendoakan, memberikan dukungan moral, materi, dan menjadi sumber kekuatan bagi penulis dalam setiap langkah. Segala pengorbanan, kasih sayang, serta doa yang tiada henti merupakan motivasi terbesar penulis untuk terus berjuang hingga tahap ini.

8. Kepada adik-adik penulis tersayang, Nadia Firdausi Ahla dan Abdul Rasyid Anshari yang telah memberikan *support* dan doa selama proses penulisan skripsi ini.
9. Kepada seluruh keluarga besar penulis yang telah memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral maupun material, serta motivasi yang tiada henti kepada penulis selama menempuh pendidikan hingga terselesaikannya skripsi ini.
10. Teman-teman dekat penulis selama menempuh masa perkuliahan, Indah Putri Salsabilla, Vinka Oktavia Rahmadani, dan Wifa Sabila Nasution, yang telah memberikan semangat, dukungan, serta bantuan kepada penulis selama proses studi hingga penyusunan skripsi ini.
11. Seluruh rekan-rekan sejawat Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara angkatan 2022 atas segala bantuan, semangat, dan kerja samanya.
12. Pihak klub PB Indocafe dan PB Galaxy yang telah memberikan saya izin sehingga saya bisa mendapatkan data yang saya perlukan.
13. Kepada seluruh pengajar, civitas akademika, dan staff pegawai Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara atas bimbingan selama perkuliahan, dan yang telah banyak membantu saya hingga penyelesaian skripsi ini.
14. Serta segala pihak yang telah berjasa kepada penulis yang tidak dapat ditulis satu per satu.

Demikian skripsi ini dibuat, semoga kebaikan dari semua pihak menjadi amal Subhanahu wa Ta'ala. Penulis menyadari bahwa masih adanya kekurangan dalam skripsi ini, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan adanya kritik dan juga saran.

Akhir kata, semoga skripsi ini membawa manfaat bagi penulis maupun pembaca dalam pengembangan ilmu, semoga kita selalu dalam lindungan Allah Subhanahu wa Ta'ala. Allahumma Aamiin.

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Saumunnisa Salsabila

NPM : 2208260066

Fakultas : Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan

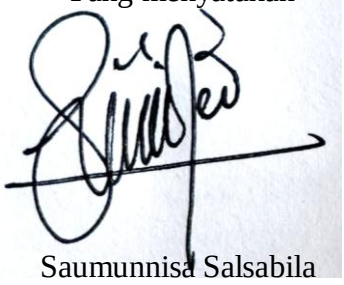
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bebas Royalti Non-eksklusif atas skripsi saya yang berjudul: **"HUBUNGAN INTENSITAS AKTIVITAS FISIK DENGAN KELELAHAN OTOT PADA ATLET BULUTANGKIS REMAJA DI KOTA MEDAN"** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 26 Juli 2026

Yang menyatakan



Saumunnisa Salsabila

ABSTRAK

Pendahuluan: Bulutangkis merupakan olahraga intensitas tinggi dengan pola gerakan intermiten yang menuntut kombinasi kapasitas aerobik dan anaerobik. Intensitas latihan yang tinggi berpotensi memicu kelelahan otot, terutama pada atlet remaja yang masih dalam masa pertumbuhan. Pemahaman mengenai hubungan antara intensitas aktivitas fisik dan kelelahan otot penting untuk menyusun program latihan yang aman dan optimal. **Tujuan**: Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji hubungan antara intensitas aktivitas fisik dengan tingkat kelelahan otot pada atlet remaja di Kota Medan. **Metode**: Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif observasional analitik dengan desain cross-sectional. Sampel berjumlah 22 atlet remaja usia 10–19 tahun dari PB Galaxy dan PB Indocafe Medan, dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*. Intensitas aktivitas fisik diukur menggunakan *International Physical Activity Questionnaire–Short Form (IPAQ-SF)*, sedangkan tingkat kelelahan otot diukur menggunakan *Fatigue Severity Scale (FSS)*. Analisis data dilakukan menggunakan uji korelasi *Spearman Rank*. **Hasil**: Sebagian besar responden memiliki intensitas aktivitas fisik tinggi (59,1%) dan mengalami kelelahan minimal-sedang (81,8%). Hasil uji korelasi Spearman Rank menunjukkan nilai r = 0,392 dengan p = 0,035 ($p < 0,05$), yang menandakan terdapat hubungan yang bermakna secara statistik dengan kekuatan korelasi lemah dan arah positif antara intensitas aktivitas fisik dan tingkat kelelahan otot. **Kesimpulan**: Terdapat hubungan yang signifikan antara intensitas aktivitas fisik dan tingkat kelelahan otot pada atlet remaja di Kota Medan, meskipun dengan kekuatan hubungan yang lemah, sehingga faktor lain seperti durasi latihan, pola tidur, dan status gizi turut berperan dalam kelelahan otot.

Kata Kunci: intensitas aktivitas fisik, kelelahan otot, atlet remaja, bulutangkis, MET, FSS

ABSTRACT

***Background**: Badminton is a high-intensity sport characterized by an intermittent movement pattern that requires a combination of aerobic and anaerobic capacity. High training intensity has the potential to trigger muscle fatigue, particularly in adolescent athletes who are still in a growth phase. Understanding the relationship between physical activity intensity and muscle fatigue is important for developing safe and optimal training programs.* ***Objective**: This study aimed to examine the relationship between physical activity intensity and the level of muscle fatigue among adolescent athletes in Medan City.* ***Methods**: This was a quantitative analytic observational study using a cross-sectional design. The sample consisted of 22 adolescent athletes aged 10–19 years from PB Galaxy and PB Indocafe Medan, selected through purposive sampling. Physical activity intensity was measured using the International Physical Activity Questionnaire–Short Form (IPAQ-SF), while the level of muscle fatigue was measured using the Fatigue Severity Scale (FSS). Data were analyzed using the Spearman Rank correlation test.* ***Results**: Most respondents had a high level of physical activity intensity (59.1%) and experienced minimal-to-moderate fatigue (81.8%). The Spearman Rank correlation test showed a coefficient of $r = 0.392$ with $p = 0.035$ ($p < 0.05$), indicating a statistically significant relationship with a weak, positive correlation between physical activity intensity and the level of muscle fatigue.* ***Conclusion**: There is a significant relationship between physical activity intensity and the level of muscle fatigue among adolescent athletes in Medan City, although the strength of the relationship is weak, suggesting that other factors such as training duration, sleep patterns, and nutritional status also contribute to muscle fatigue.*

***Keywords**: physical activity intensity, muscle fatigue, adolescent athletes, badminton, MET, FSS*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**
HALAMAN ORISINALITAS ..... **ii**
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING ..... **iii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **iv**
KATA PENGANTAR ..... **v**
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS ..... **vii**
ABSTRAK ..... **viii**
ABSTRACT ..... **ix**
DAFTAR ISI ..... **x**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**
DAFTAR TABEL ..... **xiv**
DAFTAR SINGKATAN ..... **xv**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.3.1 Tujuan Umum 3
1.3.2 Tujuan Khusus 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.4.1 Bagi Peneliti 3
1.4.2 Bagi Atlet Remaja 3
1.4.3 Bagi Pelatih dan Institusi Olahraga 3
1.4.4 Bagi Tenaga Kesehatan dan Profesional Kebugaran 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**
2.1 Remaja 5
2.2 Kelelahan Otot 5
2.2.1 Definisi Kelelahan otot 5
2.2.2 Klasifikasi Kelelahan Otot 6
2.2.3 Faktor yang Mempengaruhi Kontraksi dan Kelelahan Otot 7

2.2.4 Mekanisme Kelelahan Otot 8
2.2.5 Waktu Pemulihan (*recovery)* 9
2.2.6 Komplikasi Kelelahan Otot (*overtraining*) 10
2.2.7 Pengukuran Tingkat Kelelahan Otot 11
2.3 Aktivitas Fisik 12
2.3.1 Definisi Aktivitas Fisik 12
2.3.2 Klasifikasi Aktivitas Fisik 12
2.3.3 Pengukuran Tingkat Intensitas Aktivitas Fisik 13
2.3.4 Karakteristik Fisik Olahraga Bulutangkis 15
2.4 Kerangka Teori 16
2.5 Kerangka Konsep 17
2.6 Hipotesis Penelitian 17
BAB III METODE PENELITIAN 18
3.2 Definisi Operasional 18
3.2 Jenis Penelitian 18
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian 18
3.4 Populasi dan Sampel Penelitian 19
3.4.1 Populasi Penelitian 19
3.4.2 Sampel Penelitian 19
3.4.3 Besar Sampel 19
3.4.4 Teknik Sampling 20
3.5 Instrumen Penelitian 20
3.5.1 Intensitas Aktivitas Fisik 20
3.5.2 Tingkat Kelelahan Otot 21
3.6 Teknik Pengumpulan Data 21
3.7 Metode Analisis Data 22
3.7.1 Pengolahan Data 22
3.7.2 Analisis Data 22
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 24
4.1 Hasil Penelitian 24
4.1.1 Analisis Univariat 24
4.1.2 Analisis Bivariat 26
4.2 Pembahasan 28

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... 32
5.1 Kesimpulan..... 32
5.2 Saran 33
DAFTAR PUSTAKA 34
LAMPIRAN 39

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Besar Sampel 20

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Definisi Operasional 18
Tabel 4.1 Distribusi Frekuensi Jenis Kelamin Responden 24
Tabel 4.2 Distribusi Frekuensi Usia Responden 25
Tabel 4.3 Distribusi Frekuensi Indeks Massa Tubuh Responden 25
Tabel 4.4 Distribusi Frekuensi Intensitas Aktivitas Fisik Responden..... 26
Tabel 4.5 Distribusi Frekuensi Tingkat Kelelahan Otot Responden..... 26
Tabel 4.6 Hubungan antara Intensitas Aktivitas Fisik dengan Tingkat Kelelahan Otot 27

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

DAFTAR SINGKATAN

ADP : *Adenosin Diphosphate*

ATP : *Adenosine Triphosphate*

Ca^{2+} : *Ion Kalsium*

FSS : *Fatigue Severity Scale*

H^{+} : *Ion Hidrogen*

HIIT : *High-Intensity Interval Training*

IPAQ : *International Physical Activity Questionnaire*

IPAQ-SF : *International Physical Activity Questionnaire–Short Form*

MET : *Metabolic Equivalent of Task*

O_2 : *Oksigen*

PB : *Klub Bulutangkis*

SPSS : *Statistical Package for the Social Sciences*

SSP : *Sistem Saraf Pusat*

VO_2max : *Maximum Oxygen Uptake*

WHO : *World Health Organization*

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Persetujuan Etik 39
Lampiran 2. Surat Izin Penelitian 40
Lampiran 3. Surat Selesai Penelitian 42
Lampiran 4. Dokumentasi 44
Lampiran 5. Hasil Uji Statistik 45
Lampiran 6. Daftar Riwayat Hidup 47
Lampiran 7. Kuesioner Penelitian 48
Lampiran 8. Artikel Ilmiah 52

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aktivitas fisik merupakan elemen penting dalam dunia olahraga, khususnya pada cabang olahraga permainan seperti bulutangkis. Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa aktivitas fisik yang dilakukan secara rutin dan terukur memberikan dampak positif terhadap kebugaran jasmani, kondisi kesehatan, serta performa atletik individu di berbagai kelompok usia.[1] Dalam konteks olahraga bulutangkis, yang menuntut kombinasi kekuatan, kelincahan, daya tahan, serta koordinasi tubuh yang tinggi, intensitas latihan fisik menjadi penentu utama dalam pencapaian performa optimal.[2]

Bulutangkis digolongkan sebagai olahraga dengan intensitas tinggi dan pola gerakan cepat yang bersifat intermiten. Aktivitas dalam olahraga ini mencakup kombinasi beban aerobik dan anaerobik secara bersamaan, dengan proporsi energi sekitar 60–70% berasal dari sistem aerobik dan 30% dari sistem anaerobik.[3] Akibatnya, atlet dituntut memiliki kapasitas fisik yang kuat agar performa tetap optimal dalam pertandingan yang berlangsung cepat. Latihan berintensitas tinggi, seperti HIIT (*High Intensity Interval Training*), diketahui mampu meningkatkan kapasitas anaerobik, VO_2 max, serta daya tahan otot, namun di sisi lain juga dapat memicu terjadinya kelelahan otot.[4]

Kelelahan otot merupakan kondisi fisiologis yang umum dialami oleh atlet, terutama pada usia remaja yang sedang dalam masa pertumbuhan dan adaptasi fisiologis. Kondisi ini ditandai oleh penurunan sementara kemampuan otot untuk mempertahankan kekuatan kontraksi dan daya tahan secara optimal, yang disebabkan oleh faktor-faktor seperti penurunan cadangan energi, misalnya glikogen, akumulasi asam laktat, serta perubahan fungsi neuromuskular. Fenomena ini menjadi salah satu faktor utama yang memengaruhi performa atlet secara signifikan.[5]

Secara fisiologis, kelelahan otot merupakan fenomena kompleks yang terjadi akibat penumpukan metabolit berbahaya serta berkurangnya substrat energi

yang dibutuhkan untuk kontraksi otot. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kelelahan menurunkan performa atlet secara signifikan. Selain itu, beberapa studi menegaskan bahwa kelelahan otot yang tidak ditangani dengan tepat berpotensi menurunkan performa lebih lanjut, meningkatkan risiko cedera, serta memengaruhi kesinambungan partisipasi atlet muda dalam olahraga. Oleh karena itu, penanganan kelelahan otot secara efektif sangat penting untuk menjaga kualitas dan keberlanjutan kinerja atletik, terutama pada remaja.[6,7]

Meskipun manfaat dari latihan fisik yang intens sudah banyak dikaji, masih terdapat kesenjangan dalam pemahaman mengenai interaksi antara intensitas aktivitas fisik dan kelelahan otot, khususnya pada atlet bulutangkis remaja. Penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada manfaat fisiologis secara umum, namun belum cukup menelaah perkembangan kelelahan otot sebagai respons terhadap intensitas latihan yang berbeda dalam konteks latihan harian atlet muda.[8] Padahal, memahami hubungan ini sangat penting dalam menyusun program latihan yang optimal, aman, dan berkelanjutan, serta untuk meminimalkan risiko cedera muskuloskeletal yang kerap terjadi pada atlet junior.[9]

Oleh karena itu, penting untuk mengkaji hubungan antara intensitas aktivitas fisik dengan tingkat kelelahan otot pada atlet remaja di Kota Medan. Dengan memahami hubungan antara kelelahan otot dan intensitas aktivitas fisik, diharapkan dapat menghasilkan rekomendasi latihan yang optimal untuk mencegah *overtraining* dan kelelahan berlebihan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah apakah terdapat hubungan yang signifikan antara intensitas aktivitas fisik dengan tingkat kelelahan otot pada atlet remaja di Kota Medan?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah mengkaji hubungan antara intensitas aktivitas fisik dengan tingkat kelelahan otot pada atlet remaja di Kota Medan.

1.3.2 Tujuan Khusus

a. Mengidentifikasi intensitas aktivitas fisik pada atlet remaja di Kota Medan.
b. Mengidentifikasi tingkat kelelahan otot pada atlet remaja di Kota Medan.
c. Mengkaji signifikansi antara intensitas aktivitas fisik dengan tingkat kelelahan otot pada atlet remaja di Kota Medan.
d. Mengkaji korelasi antara intensitas aktivitas fisik dengan tingkat kelelahan otot pada atlet remaja di Kota Medan.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Bagi Peneliti

Mengembangkan kemampuan riset dalam fisiologi olahraga, memahami penggunaan instrumen MET dan FSS, serta memperoleh dasar untuk publikasi ilmiah dan pengembangan karir akademik.

1.4.2 Bagi Atlet Remaja

Memahami hubungan intensitas latihan dengan kelelahan otot, mengenali tanda-tanda kelelahan, dan mengatur intensitas latihan secara optimal untuk mencegah *overtraining*.

1.4.3 Bagi Pelatih dan Institusi Olahraga

Memperoleh data objektif untuk merancang program latihan yang efektif, mengembangkan periodisasi yang tepat, dan meningkatkan kualitas program pembinaan atlet di Kota Medan.

1.4.4 Bagi Tenaga Kesehatan dan Profesional Kebugaran

Mendapatkan referensi untuk memahami pola kelelahan atlet remaja dan mengembangkan program latihan yang aman serta rekomendasi medis yang tepat.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Remaja

Remaja merupakan masa peralihan dari anak-anak menuju dewasa yang ditandai oleh perubahan fisik, psikologis, dan sosial yang cepat. Menurut *World Health Organization* (WHO, 2024), remaja berada pada rentang usia 10–19 tahun. Pada masa ini terjadi percepatan pertumbuhan tubuh, peningkatan massa otot, serta perkembangan sistem kardiovaskular dan neuromuskular yang berpengaruh terhadap kemampuan fisik dan daya tahan tubuh.[10]

Secara fisiologis, remaja mengalami perubahan hormon yang memengaruhi komposisi tubuh, kekuatan otot, serta kemampuan adaptasi terhadap latihan. Namun, tingkat kematangan setiap individu berbeda-beda. Remaja yang mengalami pubertas lebih cepat cenderung memiliki kekuatan dan massa otot lebih besar dibandingkan yang maturasinya lambat.[11] Hal ini menyebabkan respons terhadap aktivitas fisik dan tingkat kelelahan bisa bervariasi antar individu.

Dalam konteks olahraga, masa remaja merupakan waktu penting untuk mengembangkan keterampilan dasar dan kebugaran jasmani. Menurut peneliti terdahulu, program latihan bagi remaja harus disesuaikan dengan tahap pertumbuhan dan kemampuan fisiknya. Latihan yang terlalu berat atau tidak sesuai dapat menyebabkan kelelahan otot berlebih, menurunkan performa, bahkan meningkatkan risiko cedera.[8] Oleh karena itu, pelatih perlu memperhatikan intensitas latihan dan waktu pemulihan yang cukup agar remaja dapat berkembang secara optimal.

2.2 Kelelahan Otot

2.2.1 Definisi Kelelahan otot

Kelelahan didefinisikan sebagai penurunan kekuatan kontraksi otot. Kelelahan otot adalah penurunan kemampuan untuk menghasilkankekuatan yang disebabkan oleh latihan tanpa istirahat. Kelelahan yang tidak normal juga dapat

disebabkan oleh pembatasan atau gangguan pada tahapan kontraksi otot yang berbeda. Kelelahan otot yang terjadi akan mengakibatkan penurunan efisiensi kerja otot tersebut.[12]

Kelelahan otot dikarenakan jumlah asam laktat yang meningkat. Peningkatan asam laktat dapat terjadi karena kurangnya waktu istirahat yang cukup pada otot (terutama otot-otot pada tubuh bagian bawah), padahal hampir setiap waktu otot-otot tersebut berkontraksi atau melakukan kerja. Kerja yang terlalu berat pada otot, membuat otot tidak lagi mampu mencukupi kebutuhan ATPnya dengan cara aerob. Maka untuk menghasilkan ATP, otot akan melakukannya dengan jalan anaerob yang justru memberikan lebih banyak hasil sampingan asam laktat, yang kemudian menjadi penyebab kelelahan otot. [13]

Kelelahan merupakan suatu kondisi yang disebabkan karena kontraksi otot yang kuat atau terlalu lama dan merupakan suatu masalah yang sering dihadapi oleh atlet setelah melakukan latihan atau pada sebuah pertandingan. Kontraksi otot yang kuat itu dapat mempengaruhi daya tahan fisik serta mempengaruhi performa saat berlatih atau bertanding sehingga menyebabkan kelelahan otot. Perasaan lelah yang terjadi pada otot disebabkan oleh kekurangan energi atau kekuatan pada otot, serta mekanisme aerobik dan anaerobik disebut dengan kelelahan otot. [14]

2.2.2 Klasifikasi Kelelahan Otot

a. Berdasarkan mekanismenya

Kelelahan otot dapat terjadi dalam dua mekanisme dasar: melibatkan unit motorik (yaitu neuron motorik, saraf perifer, ujung motorik, serat otot).[15]

- Kelelahan perifer disebabkan oleh perubahan pada bagian distal dari sambungan neuromuskuler. Penyebabnya bisa jadi karena menipisnya beberapa zat yang diperlukan dan/atau akumulasi katabolit atau zat lain yang dilepaskan oleh aktivitas otot.
- Kelelahan sentral berasal dari sistem saraf pusat (SSP), yang menurunkan dorongan saraf ke otot. Hal ini disebabkan oleh penghambatan yang ditimbulkan oleh impuls saraf dari reseptor (mungkin semacam

kemoreseptor) pada otot yang lelah. Penghambatan tersebut dapat bekerja pada jalur motorik di mana saja, mulai dari pusat sukarela di otak hingga neuron motorik tulang belakang. Kelelahan jenis ini memanifestasikan dirinya dengan penurunan aliran impuls motorik ke otot.

b. Berdasarkan waktu

Berdasarkan waktu, kelelahan otot dibagi menjadi dua, yaitu:[16]

- Kelelahan Otot Akut

  Kelelahan otot akut terjadi akibat aktivitas fisik berat dan umumnya disebabkan oleh penumpukan limbah metabolisme seperti laktat serta berkurangnya cadangan energi otot, misalnya glikogen. Pemulihan biasanya berlangsung 3 hingga 5 hari, tergantung intensitas dan durasi aktivitas. Untuk mempercepat pemulihan, dapat dilakukan pijat, kompres dingin, atau penggunaan analgesik ringan. Namun, jika kelelahan otot berlangsung lebih dari dua minggu, disarankan untuk mencari bantuan medis.

- Kelelahan Otot Kronis

  Kelelahan otot kronis dapat disebabkan oleh berbagai faktor, terutama atrofi otot yang meliputi beberapa jenis. Atrofi disuse terjadi akibat imobilisasi atau kurangnya aktivitas fisik, sedangkan peradangan kronis dari penyakit seperti gagal jantung atau COPD juga dapat memicu atrofi otot. Cedera atau penyakit kritis serta penggunaan obat tertentu, seperti agonis PPAR, turut berkontribusi pada kondisi ini. Selain itu, atrofi otot yang berkaitan dengan penuaan disebut sarkopenia, yaitu penyusutan otot seiring bertambahnya usia. Ada juga atrofi otot neurogenik yang disebabkan gangguan pada pengiriman sinyal saraf dari sistem saraf pusat ke otot, misalnya akibat penyakit seperti sklerosis multipel atau cedera tulang belakang

2.2.3 Faktor yang Mempengaruhi Kontraksi dan Kelelahan Otot

Beberapa faktor penting memengaruhi onset dan tingkat keparahan kelelahan otot: [17]

a. Jenis Serat Otot memegang peranan; serat cepat (tipe II) lebih rentan kelelahan dibanding serat lambat (tipe I) karena ketergantungannya yang lebih besar pada metabolisme anaerob yang menghasilkan metabolit lebih cepat.
b. Intensitas dan Durasi Latihan sangat menentukan: intensitas tinggi menyebabkan kelelahan lebih cepat terutama melalui mekanisme perifer (akumulasi metabolit), sementara durasi panjang lebih terkait dengan kelelahan sentral dan penipisan substrat energi.
c. Status Latihan (*Training Status*) berpengaruh besar; otot yang terlatih memiliki kapasitas metabolik aerob yang lebih tinggi, efisiensi kontraktil lebih baik, dan ketahanan lebih besar terhadap gangguan ionik dan metabolik.
d. Faktor Nutrisi, terutama ketersediaan karbohidrat (glikogen), status hidrasi, dan keseimbangan elektrolit, sangat krusial untuk performa dan pemulihan.
e. Faktor Lingkungan seperti suhu dan kelembaban tinggi mempercepat dehidrasi dan peningkatan suhu inti, yang mempercepat kelelahan.
f. Kesehatan Umum individu, termasuk ada tidaknya penyakit, infeksi, atau kurang tidur, juga secara signifikan dapat meningkatkan kerentanan terhadap baik kelelahan sentral maupun perifer.

2.2.4 Mekanisme Kelelahan Otot

Kontraksi otot merupakan proses fisiologis yang kompleks dan melibatkan kerja sama antara sistem saraf dan sistem muskular. Mekanisme ini dimulai ketika impuls saraf dikirim oleh neuron motorik ke serabut otot. Impuls tersebut memicu pelepasan neurotransmiter asetilkolin ke celah sinapsis antara saraf dan otot. Asetilkolin kemudian mengikat reseptor pada membran otot, menyebabkan depolarisasi dan merambatkan potensial aksi di sepanjang sarkolema menuju retikulum sarkoplasma, yang selanjutnya melepaskan ion kalsium (Ca^{2+}) ke dalam sitoplasma otot.[18]

Ion kalsium ini berikatan dengan protein troponin, yang mengubah konformasi tropomiosin, sehingga membuka situs pengikatan pada filamen aktin. Dengan adanya ATP, kepala miosin mengikat aktin dan membentuk kompleks aktomiosin, kemudian terjadi pergeseran filamen (*sliding filament*) yang menyebabkan pemendekan sarkomer dan menghasilkan kontraksi otot.[18]

Setelah kontraksi berlangsung, otot akan mengalami fase relaksasi ketika rangsangan dihentikan. Pada tahap ini, ion kalsium dipompa kembali ke dalam retikulum sarkoplasma, dan interaksi antara aktin dan miosin terputus. Proses relaksasi ini juga memerlukan energi dalam bentuk ATP.[18]

Namun demikian, apabila kontraksi otot berlangsung terus-menerus dalam waktu lama, atau terjadi pada intensitas tinggi, maka kebutuhan energi otot meningkat drastis. Ketika pasokan oksigen tidak mencukupi untuk mendukung metabolisme aerobik, otot akan bergantung pada metabolisme anaerob yang lebih cepat namun kurang efisien. Proses ini menghasilkan asam laktat sebagai produk sampingan. Akumulasi asam laktat dalam serabut otot dan cairan darah dapat menyebabkan perubahan pH, gangguan enzimatis, dan gangguan eksitabilitas otot, yang akhirnya memicu terjadinya kelelahan otot.[18]

Kelelahan otot ini ditandai dengan penurunan kemampuan otot untuk menghasilkan gaya atau mempertahankan kontraksi, serta disertai gejala subjektif seperti rasa lelah, lemas, dan penurunan performa fisik. Faktor-faktor lain yang mempercepat kelelahan otot antara lain adalah kurangnya waktu istirahat, penurunan simpanan ATP dan glikogen otot, serta aktivitas kontraksi berulang dalam durasi panjang.[18]

2.2.5 Waktu Pemulihan (*recovery)*

Waktu pemulihan merupakan periode yang diperlukan tubuh untuk mengurangi kelelahan dan mengembalikan kemampuan fisiologis setelah melakukan aktivitas fisik atau latihan. Pemulihan merupakan bagian penting dalam proses latihan karena memungkinkan tubuh beradaptasi terhadap stimulus latihan serta mempersiapkan individu untuk melakukan aktivitas berikutnya. Pemulihan yang tidak memadai dapat menyebabkan akumulasi kelelahan dan

berpotensi memengaruhi performa atlet.[19] Lama waktu pemulihan dapat berbeda pada setiap individu dan dipengaruhi oleh beban serta karakteristik aktivitas fisik yang dilakukan. Aktivitas dengan intensitas tinggi dapat memberikan tekanan fisiologis yang lebih besar sehingga membutuhkan waktu pemulihan yang lebih optimal. Menurut penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa pemulihan setelah latihan dapat berlangsung dalam rentang waktu yang berbeda, dan beberapa penelitian yang ditinjau mengevaluasi pemulihan pada periode 8–24 jam setelah latihan.[19]

Pemulihan yang adekuat berperan dalam mengurangi kelelahan setelah latihan dan membantu mempertahankan kemampuan fisik atlet. Berbagai metode pemulihan, seperti pemulihan aktif, terapi air, penggunaan pakaian kompresi, serta strategi lainnya telah diteliti untuk membantu proses tersebut. Namun, efektivitas setiap metode dapat berbeda-beda sehingga tidak terdapat satu strategi pemulihan yang dapat diterapkan secara universal pada seluruh atlet.[20]

2.2.6 Komplikasi Kelelahan Otot (*overtraining*)

Kelelahan otot yang berlebihan pada atlet termasuk pada remaja tidak hanya bersifat sementara, tetapi dapat berkembang menjadi kondisi kronis yang dikenal sebagai *Overtraining Syndrome* (OTS). OTS terjadi ketika beban latihan fisik secara terus-menerus melebihi kemampuan tubuh untuk pulih dan melakukan adaptasi, sehingga terjadi gangguan performa dan respons fisiologis yang negatif.[21]

Gejala OTS bisa berupa penurunan performa yang bertahan lama, rasa lelah yang tidak hilang dengan istirahat biasa, perubahan mood atau motivasi, gangguan tidur, serta peningkatan risiko cedera muskuloskeletal.[22] Pada remaja atlet, yang sistem tubuhnya masih dalam masa pertumbuhan dan adaptasi, risiko *overtraining* meningkat ketika volume dan intensitas latihan dilewati tanpa pemulihan yang memadai.[23]

2.2.7 Pengukuran Tingkat Kelelahan Otot

Fatigue Severity Scale (FSS) merupakan instrumen penilaian untuk mengukur dampak kelelahan terhadap aktivitas dan fungsi kehidupan sehari-hari. FSS terdiri dari 9 pernyataan yang mengevaluasi bagaimana kelelahan mempengaruhi motivasi, aktivitas fisik, dan tanggung jawab sosial seseorang.[24]

FSS menggunakan skala Likert 1-7 untuk setiap pernyataan, di mana skor 1 menunjukkan "sangat tidak setuju" dan skor 7 menunjukkan "sangat setuju" dengan pernyataan yang diberikan. Sembilan pernyataan dalam FSS mencakup aspek-aspek seperti pengaruh kelelahan terhadap motivasi, kemudahan terjadinya kelelahan, gangguan fungsi fisik, masalah yang ditimbulkan kelelahan, pencegahan aktivitas berkelanjutan, gangguan tanggung jawab, tingkat keparahan gejala, dan dampak terhadap kehidupan kerja, keluarga, atau sosial.[24]

Hasil FSS dinyatakan dalam bentuk skor rata-rata dari sembilan item, dengan rentang skor 1,0 hingga 7,0. Semakin tinggi skor yang diperoleh, semakin besar dampak kelelahan terhadap fungsi dan kualitas hidup individu. Berdasarkan penelitian validasi, FSS menunjukkan reliabilitas internal yang tinggi dengan nilai *Cronbach's alpha* berkisar antara 0,88-0,94, serta stabilitas test-retest yang baik.[25]

Berdasarkan hasil perhitungan skor rata-rata FSS, tingkat kelelahan dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori:[26]

1 **Kelelahan minimal hingga sedang**, jika skor rata-rata FSS <4,0. Pada tingkat ini, kelelahan belum menimbulkan gangguan signifikan terhadap aktivitas sehari-hari dan fungsi kehidupan normal.
2 **Kelelahan signifikan**, jika skor rata-rata FSS ≥4,0 tetapi <5,0. Tingkat kelelahan ini sudah mulai memberikan dampak yang berarti terhadap kemampuan individu dalam menjalankan aktivitas dan tanggung jawab sehari-hari.
3 **Kelelahan berat**, jika skor rata-rata FSS ≥5,0. Pada tingkat ini, kelelahan sudah sangat mengganggu fungsi kehidupan dan memerlukan perhatian klinis atau intervensi yang tepat untuk mengurangi dampaknya terhadap kualitas hidup.

2.3 Aktivitas Fisik

2.3.1 Definisi Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik merupakan konsep yang memiliki definisi luas dan berkembang seiring dengan konteks sosial, budaya, maupun ilmiah yang melatarbelakanginya. Menurut *World Health Organization* (WHO, 2021) aktivitas fisik didefinisikan sebagai segala bentuk pergerakan tubuh yang dihasilkan oleh otot rangka dan memerlukan pengeluaran energi. Konsep ini mencakup berbagai bentuk aktivitas, mulai dari olahraga terstruktur, latihan fisik, hingga kegiatan sehari-hari seperti berjalan kaki, bersepeda, pekerjaan rumah tangga, dan aktivitas fisik di tempat kerja.[27]

Aktivitas fisik merupakan gerakan tubuh yang dihasilkan oleh kerja otot rangka dan membutuhkan energi. Ketika dilakukan secara teratur, aktivitas fisik memiliki peran penting dalam meningkatkan kebugaran jasmani serta mencegah berbagai penyakit tidak menular, khususnya pada anak-anak dan remaja.[28] Lebih dari sekadar gerakan mekanis tubuh, aktivitas fisik juga dapat dipahami sebagai suatu bentuk tindakan manusia dalam bergerak, bertindak, dan berperforma dalam ruang serta konteks budaya yang spesifik. Aktivitas ini dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kepentingan pribadi, emosi, gagasan, instruksi, dan hubungan sosial, sehingga mencerminkan dinamika sosial dan budaya yang menyertainya.[29]

2.3.2 Klasifikasi Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik dapat diklasifikasikan berdasarkan dua dimensi utama, yaitu domain aktivitas dan tingkat intensitasnya. Klasifikasi ini penting untuk memahami konteks di mana aktivitas fisik dilakukan serta tingkat energi yang diperlukan dalam pelaksanaannya.[30]

Menurut pedoman yang dikeluarkan oleh *World Health Organization* (2020), aktivitas fisik mencakup berbagai domain atau ruang lingkup kehidupan sehari-hari, antara lain:[30]

1 Aktivitas rekreasi atau waktu luang (*leisure*), seperti berolahraga, bermain, atau kegiatan hobi yang melibatkan pergerakan tubuh.

2 Aktivitas di tempat kerja (*occupation*), termasuk pekerjaan fisik maupun pekerjaan rumah tangga yang memerlukan tenaga.
3 Aktivitas di lingkungan pendidikan (*education*), misalnya kegiatan olahraga di sekolah atau aktivitas fisik saat pembelajaran.
4 Aktivitas di rumah (*home*), seperti membersihkan rumah, berkebun, atau mengasuh anak.
5 Aktivitas transportasi (*transport*), seperti berjalan kaki, bersepeda, atau menggunakan kendaraan tanpa motor untuk bepergian.

Selain domain, aktivitas fisik juga diklasifikasikan berdasarkan intensitas, yang diukur menggunakan satuan *Metabolic Equivalent of Task* atau METs. MET merupakan satuan pengukuran yang menggambarkan jumlah energi yang dikeluarkan oleh tubuh saat melakukan suatu aktivitas, dibandingkan dengan saat istirahat total (1 MET = energi yang digunakan saat duduk diam). WHO membagi intensitas aktivitas fisik ke dalam tiga kategori utama:[31]

1 Aktivitas ringan (*light intensity*): memiliki nilai antara 1,5 hingga 3,0 METs. Contoh aktivitas ini termasuk berjalan santai, mencuci piring, atau mengangkat benda ringan.
2 Aktivitas sedang (*moderate intensity*): biasanya berada di kisaran 3,0 hingga <6,0 METs, seperti berjalan cepat atau bersepeda santai.
3 Aktivitas berat atau intensitas tinggi (*vigorous intensity*): memiliki nilai ≥ 6,0 METs, dan mencakup aktivitas seperti berlari, bermain bulu tangkis kompetitif, atau latihan HIIT (*High-Intensity Interval Training*).

Sementara itu, perilaku sedentari (*sedentary behaviour*) didefinisikan sebagai aktivitas yang memiliki intensitas ≤ 1,5 METs dan dilakukan dalam posisi duduk, berbaring, atau bersandar. Contoh perilaku sedentari antara lain menonton televisi, bekerja di depan komputer, atau duduk dalam waktu lama tanpa aktivitas fisik yang berarti.[30]

2.3.3 Pengukuran Tingkat Intensitas Aktivitas Fisik

Pengukuran tingkat intensitas aktivitas fisik umumnya dilakukan menggunakan instrumen yang telah distandarisasi secara internasional, salah

satunya adalah *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ). IPAQ dikembangkan untuk memungkinkan pengukuran aktivitas fisik secara global, dan digunakan secara luas dalam studi epidemiologi serta program promosi kesehatan masyarakat. Kuesioner ini dirancang untuk menilai aktivitas fisik pada populasi dewasa berusia 15–69 tahun dan tersedia dalam dua format, yaitu versi pendek (*short form*) yang digunakan untuk survei populasi nasional atau regional, serta versi panjang (*long form*) yang memberikan informasi lebih detail dan sering digunakan dalam penelitian. IPAQ mengukur aktivitas dalam empat domain utama kehidupan sehari-hari, yaitu aktivitas waktu luang, pekerjaan, transportasi, dan rumah tangga.[32]

Penggunaan *IPAQ-Short Form* (IPAQ-SF) dinilai paling sesuai untuk penelitian ini karena instrumen ini ringkas, mudah diisi, dan efisien digunakan pada pengumpulan data lapangan serta mudah dipahami terutama pada populasi atlet remaja. Keandalan instrumen ini juga telah dibuktikan melalui berbagai penelitian. Pada adaptasi IPAQ-SF di Indonesia oleh Dharmansyah & Budiana (2021) menunjukkan reliabilitas yang tinggi (KMO 0,910; *Cronbach's alpha* 0,884), sehingga IPAQ-SF terbukti valid dan layak digunakan untuk menilai aktivitas fisik pada populasi Indonesia.[31]

Hasil pengukuran aktivitas fisik dari IPAQ dinyatakan dalam satuan MET-menit per minggu. MET (*Metabolic Equivalent of Task*) adalah satuan fisiologis yang menggambarkan rasio pengeluaran energi selama aktivitas fisik dibandingkan dengan saat istirahat. Secara definisi, 1 MET setara dengan pengeluaran energi saat tubuh duduk istirahat, yaitu sekitar 3,5 mL O_2 per kg berat badan per menit.[30] Dengan menggunakan nilai MET, aktivitas fisik dapat diklasifikasikan dan dibandingkan berdasarkan intensitasnya. Misalnya, aktivitas dengan nilai 2 MET menunjukkan pengeluaran energi dua kali lipat dibandingkan saat istirahat. Dalam praktiknya, total aktivitas fisik mingguan dihitung sebagai jumlah skor MET-menit dari seluruh aktivitas sedang, berat, dan berjalan kaki, yang memungkinkan penilaian kuantitatif beban aktivitas fisik seseorang.[32]

Berdasarkan pedoman dari *World Health Organization* (WHO) tahun 2020, klasifikasi aktivitas fisik menurut intensitas MET terbagi menjadi empat kategori. Kategori yang umum digunakan meliputi:[30]

- Aktivitas fisik ringan: aktivitas dengan pengeluaran energi 1,5–<3,0 MET. Contohnya termasuk jalan santai dan mandi. Intensitas ringan ini biasanya tidak meningkatkan detak jantung secara signifikan.
- Aktivitas fisik sedang: aktivitas dengan pengeluaran energi sekitar 3,0–<6,0 MET. Intensitas ini setara dengan aktivitas yang membuat nafas mulai memburu, misalnya jalan cepat atau bersepeda santai.
- Aktivitas fisik berat (*vigorous*): aktivitas dengan pengeluaran energi ≥6,0 MET. Contohnya adalah lari cepat atau bersepeda dengan kecepatan tinggi, yang meningkatkan detak jantung dan pernapasan secara signifikan.
- Perilaku sedenter (sangat ringan): aktivitas dengan pengeluaran energi ≤1,5 MET, yaitu kebiasaan duduk atau berbaring yang minim gerakan. Contohnya termasuk duduk di meja kerja, menonton televisi, atau kegiatan lain sambil beristirahat.
-

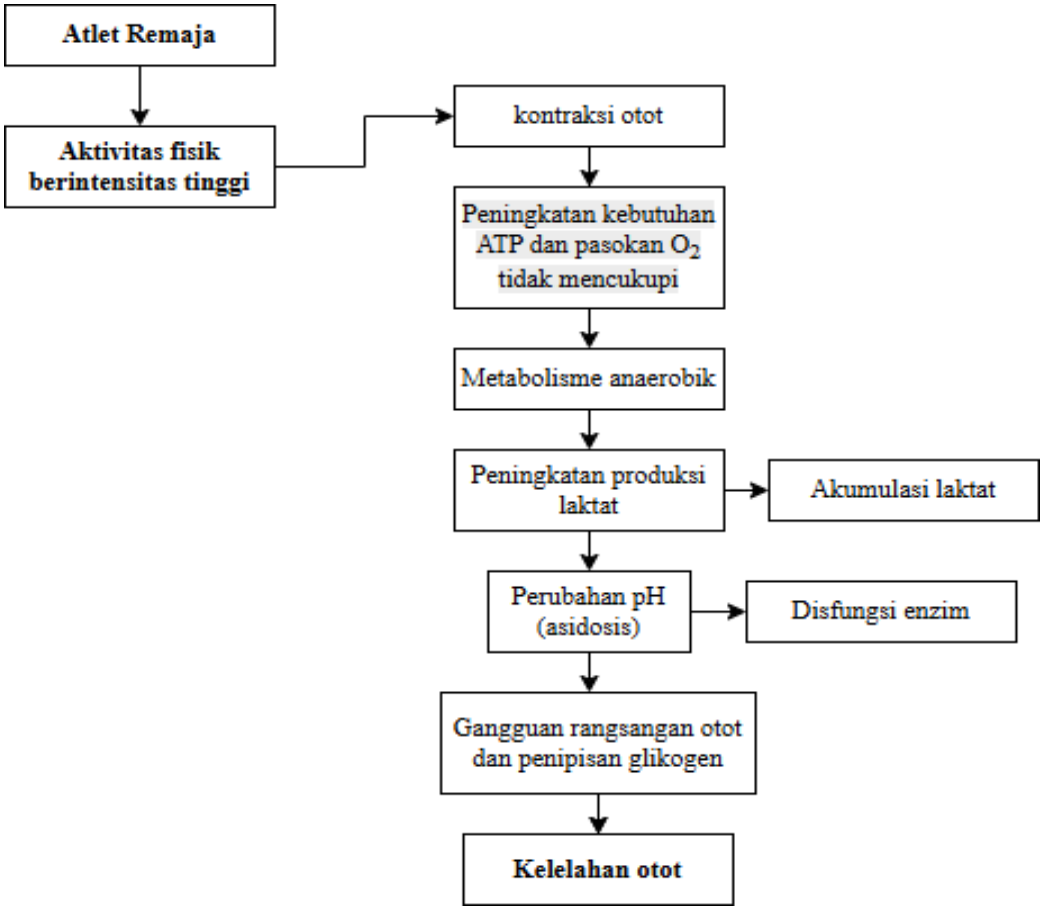
2.3.4 Karakteristik Fisik Olahraga Bulutangkis

Bulu tangkis merupakan cabang olahraga yang menuntut kemampuan fisik menyeluruh dari para atletnya. Aktivitas dalam permainan ini melibatkan gerakan cepat, perubahan arah secara mendadak, lompatan eksplosif, dan ketahanan dalam jangka waktu yang bervariasi.[33] Oleh karena itu, karakteristik fisik seperti kecepatan, kelincahan, kekuatan otot, kelentukan, daya tahan, hingga waktu reaksi menjadi elemen penting dalam mendukung performa atlet.[2]

Sebuah penelitian terhadap atlet bulutangkis putra di PB Gemilang Surabaya menunjukkan bahwa bulutangkis membutuhkan komponen fisik utama seperti kecepatan, kelincahan, kekuatan, kelentukan, serta daya tahan. Hasil pengukuran terhadap atlet menunjukkan kecepatan rata-rata sebesar 4,25 detik, kelincahan 12,25 detik, dan daya tahan dengan nilai VO_2 max mencapai 40,95 ml/kg/menit. Nilai-nilai ini mencerminkan pentingnya kapasitas aerobik dan anaerobik dalam menunjang performa selama pertandingan.[34]

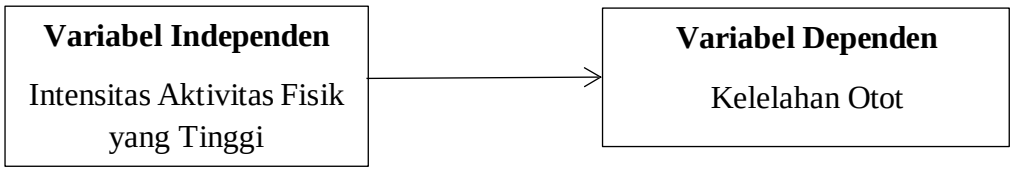
Selain itu, kajian terhadap atlet tunggal dan ganda bulutangkis mengungkapkan adanya perbedaan signifikan dalam beberapa aspek fisik. Atlet tunggal dan ganda menunjukkan perbedaan nyata dalam waktu reaksi, fleksibilitas, kekuatan genggaman tangan, serta kekuatan jepitan ibu jari. Namun, tidak ditemukan perbedaan yang signifikan pada kekuatan bahu dan kekuatan eksplosif tungkai. Hal ini menunjukkan bahwa peran dan tuntutan posisi bermain (tunggal vs ganda) dapat memengaruhi dominasi komponen fisik tertentu yang harus dikembangkan oleh atlet.[35]

2.4 Kerangka Teori



2.5 Kerangka Konsep

Berdasarkan landasan teori tersebut, maka dapat dirumuskan kerangka konsep penelitian sebagai berikut :



2.6 Hipotesis Penelitian

H_0 : Tidak ada hubungan yang signifikan antara intensitas aktivitas fisik yang tinggi dengan kelelahan otot pada atlet remaja di Kota Medan.

H_1 : Ada hubungan yang signifikan antara intensitas aktivitas fisik yang tinggi dengan kelelahan otot pada atlet remaja di Kota Medan.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.2 Definisi Operasional

Tabel 3.1 Definisi operasional

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
Intensitas Aktivitas Fisik	Besarnya pengeluaran energi yang dikeluarkan oleh individu dalam melakukan aktivitas fisik yang diukur dalam MET-menit per minggu	*International Physical Activity Questionnaire– Short Form (IPAQ-SF)*	Rendah (<600 MET-menit/minggu) Sedang (600–2999 MET-menit/minggu) Tinggi (≥3000 MET-menit/minggu)	Ordinal
Kelelahan Otot	Tingkat keparahan dampak kelelahan terhadap aktivitas dan fungsi kehidupan sehari-hari yang diukur menggunakan skor FSS	*Fatigue Severity Scale (FSS)*	1. Kelelahan minimal-sedang (skor <4,0) 2. Kelelahan signifikan (skor 4,0-<5,0) 3. Kelelahan berat (skor ≥5,0)	Ordinal

3.2 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan observasional analitik menggunakan desain *cross-sectional*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara intensitas aktivitas fisik dengan tingkat kelelahan otot pada atlet remaja di Kota Medan.

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan November-Desember 2025, yang mencakup tahapan persiapan instrumen penelitian, pelaksanaan pengukuran intensitas aktivitas fisik dan kelelahan otot, hingga proses analisis data. Penelitian akan dilakukan di dua lokasi, yaitu PB Galaxy dan PB Indocafe Medan

3.4 Populasi dan Sampel Penelitian

3.4.1 Populasi Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh atlet remaja aktif yang tergabung dalam klub olahraga PB Galaxy dan PB Indocafe Medan.

3.4.2 Sampel Penelitian

Sampel adalah bagian dari populasi yang dipilih berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi untuk mewakili populasi secara valid.

1 **Kriteria Inklusi**

a. Remaja berusia 10-19 tahun yang aktif terdaftar sebagai atlet di klub.
b. Telah melakukan latihan rutin di klub minimal selama 1 tahun.
c. Bersedia mengikuti prosedur penelitian dan menandatangani *informed consent.*

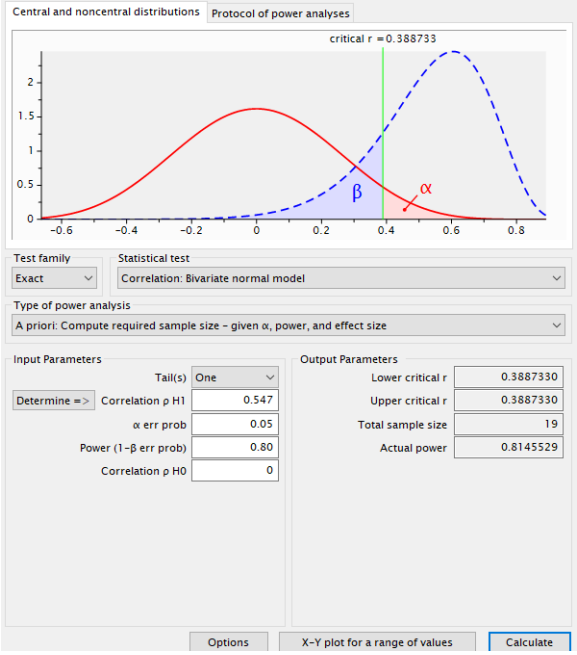
2 **Kriteria Eksklusi**

a. Atlet yang sedang mengalami cedera atau dalam masa pemulihan dari cedera yang membatasi aktivitas fisik.
b. Memiliki riwayat penyakit jantung, paru, atau gangguan sistem muskuloskeletal.
c. Atlet yang sedang menjalani pengobatan untuk kondisi medis yang dapat memengaruhi hasil penelitian.
d. Tidak hadir pada saat pelaksanaan pengambilan data.

3.4.3 Besar Sampel

Penentuan besar sampel dalam penelitian ini dilakukan menggunakan perangkat lunak G*Power 3.1.9.7, dengan jenis analisis A priori untuk uji korelasi Spearman (*bivariate normal model*). Peneliti mengacu pada hasil penelitian serupa oleh Zhao et al. (2025) yang menunjukkan nilai korelasi antara intensitas aktivitas fisik (*rating of perceived exertion*) dan kelelahan otot (*spectral fatigue index*) pada atlet sub-elite dengan nilai korelasi sebesar $r = 0{,}547$. Dengan asumsi tingkat signifikansi $\alpha = 0{,}05$, *power* = 0,80, dan uji satu sisi (*one-tailed*), diperoleh

hasil bahwa jumlah sampel minimal yang dibutuhkan adalah 19 orang. Nilai *effect size* yang sedang ini mencerminkan adanya hubungan yang cukup kuat antara kedua variabel.



Gambar 1. Besar Sampel

Untuk mengantisipasi kemungkinan penurunan partisipasi atau data tidak lengkap (*drop-out*), maka ditambahkan cadangan sebesar 10% dari total sampel tersebut dan jumlah sampel yang akan direkrut dalam penelitian ini ditetapkan minimal sebanyak 21 atlet remaja yang memenuhi kriteria inklusi.

3.4.4 Teknik Sampling

Teknik sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah purposive sampling, yaitu pemilihan sampel berdasarkan kriteria tertentu yang telah ditetapkan oleh peneliti sesuai dengan tujuan penelitian.

3.5 Instrumen Penelitian

3.5.1 Intensitas Aktivitas Fisik

Pengukuran intensitas aktivitas fisik secara luas dilakukan menggunakan *International Physical Activity Questionnaire – Short Form* (IPAQ-SF), yaitu kuesioner versi pendek yang terdiri dari tujuh pertanyaan mengenai aktivitas berat,

aktivitas sedang, berjalan kaki, dan waktu duduk selama tujuh hari terakhir. [36]. Data dari kuesioner ini dikonversi ke satuan MET-menit/minggu menggunakan standar nilai 8,0 MET untuk aktivitas berat, 4,0 MET untuk aktivitas sedang, dan 3,3 MET untuk berjalan kaki, yang selanjutnya digunakan untuk menentukan tingkat aktivitas fisik seseorang. IPAQ-SF dikenal memiliki validitas sedang (r = 0,3–0,6) dan reliabilitas tinggi (*Cronbach's alpha* > 0,80), serta telah digunakan secara luas dalam studi epidemiologis karena kemudahannya dan kemampuannya dalam menggambarkan pola aktivitas fisik populasi.[31]. Meskipun berbasis kuesioner, IPAQ-SF tetap relevan dan diakui keandalannya, termasuk dalam konteks perubahan perilaku fisik selama pandemi COVID-19. [37]

3.5.2 Tingkat Kelelahan Otot

Pengukuran kelelahan otot umumnya dilakukan menggunakan *Fatigue Severity Scale* (FSS), sebuah instrumen yang dikembangkan oleh Krupp et al. (1989) untuk menilai sejauh mana kelelahan memengaruhi aktivitas dan fungsi kehidupan sehari-hari. FSS terdiri dari 9 pernyataan yang dinilai menggunakan skala Likert 1 sampai 7, di mana skor 1 menunjukkan ketidaksetujuan yang sangat kuat dan skor 7 menunjukkan persetujuan yang sangat kuat. Skor akhir dihitung berdasarkan rata-rata dari seluruh item, dengan rentang antara 1,0 hingga 7,0. Interpretasi skornya dibagi menjadi tiga kategori: <4,0 menunjukkan kelelahan minimal hingga sedang, 4,0–4,9 menunjukkan kelelahan signifikan, dan ≥5,0 mengindikasikan kelelahan berat. Instrumen ini dikenal memiliki reliabilitas internal yang tinggi, dengan nilai *Cronbach's alpha* antara 0,88 hingga 0,94, serta stabilitas test-retest yang baik, menjadikannya alat ukur yang andal dalam penelitian maupun praktik klinis.

3.6 Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara terstruktur menggunakan kuesioner. Data primer diperoleh langsung dari atlet remaja di Kota Medan yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Intensitas aktivitas fisik diukur berdasarkan nilai

MET (*Metabolic Equivalent of Task*) melalui kuesioner aktivitas fisik tervalidasi, dengan klasifikasi aktivitas ringan (1,5–<3,0 MET), sedang (3,0–<6,0 MET), dan berat (≥6,0 MET) sesuai pedoman WHO (2020). Tingkat kelelahan otot diukur menggunakan *Fatigue Severity Scale* (FSS), yang terdiri dari 9 pernyataan dengan skala Likert 1–7 dan diklasifikasikan menjadi kelelahan minimal, signifikan, dan berat berdasarkan skor rata-rata.[38]

3.7 Metode Analisis Data

3.7.1 Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu:

1 ***Editing***: Proses memeriksa kelengkapan dan keakuratan data yang diperoleh dari responden. Tahapan ini bertujuan untuk memastikan bahwa semua data telah terisi dengan lengkap dan benar.

2 ***Coding***: Data yang telah diedit kemudian diberi kode dalam bentuk angka untuk masing-masing variabel, agar memudahkan proses klasifikasi dan analisis.

3 ***Data Entry***: Data yang telah dikodekan dimasukkan ke dalam perangkat lunak SPSS agar dapat dianalisis secara sistematis dan akurat.

4 ***Cleaning***: Tahap ini dilakukan untuk memeriksa dan memperbaiki kesalahan input seperti data ganda, data kosong, atau ketidaksesuaian data.

3.7.2 Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan akan dianalisis menggunakan *Microsoft Excel* dan SPSS. Metode analisis yang digunakan meliputi:

1. Analisis Univariat

Data dalam penelitian ini dianalisis untuk mendeskripsikan karakteristik masing-masing variabel, yaitu intensitas aktivitas fisik berdasarkan nilai MET,

tingkat kelelahan otot berdasarkan skor FSS, serta karakteristik demografi responden. Hasil disajikan dalam bentuk distribusi frekuensi dan persentase.

2. Analisis Bivariat

Analisis bivariat dilakukan untuk menguji hubungan antara intensitas aktivitas fisik dan kelelahan otot. Karena kedua variabel merupakan data kategorik, maka analisis dilakukan menggunakan uji korelasi *Spearman*. Kekuatan hubungan ditafsirkan berdasarkan koefisien korelasi, mulai dari sangat lemah (0,00–0,199) hingga sangat kuat (0,80–1,000). Hubungan dianggap signifikan jika nilai $p < 0,05$ dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$.

BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara tingkat intensitas aktivitas fisik berdasarkan nilai *Metabolic Equivalent of Task* (MET) dengan tingkat kelelahan otot berdasarkan skor *Fatigue Severity Scale* (FSS). Pengolahan data dilakukan menggunakan analisis univariat untuk mendeskripsikan karakteristik responden dan distribusi masing-masing variabel penelitian. Selanjutnya, analisis bivariat digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara intensitas aktivitas fisik dan kelelahan otot.

4.1.1 Analisis Univariat

Analisis univariat dilakukan untuk menggambarkan karakteristik data penelitian melalui penyajian distribusi frekuensi dan persentase pada setiap variabel, yang meliputi jenis kelamin, kelompok usia, tingkat intensitas aktivitas fisik berdasarkan nilai MET, serta tingkat kelelahan otot berdasarkan skor FSS.

1. Jenis Kelamin Responden

Berikut merupakan distribusi frekuensi jenis kelamin yang menjadi responden dalam penelitian ini.

Tabel 4.1 Distribusi Frekuensi Jenis Kelamin Responden

Jenis Kelamin	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Laki-laki	14	63,6
Perempuan	8	36,4
Total	**22**	**100**

Berdasarkan Tabel 4.1, sebagian responden dalam penelitian ini berjenis kelamin laki-laki, yaitu sebanyak 14 orang (63,6%).

2. Usia Responden

Berikut merupakan distribusi frekuensi responden berdasarkan kelompok usia atlet remaja pada penelitian ini.

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Tabel 4.2 Distribusi Frekuensi Usia Responden

Usia	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Remaja awal (10-13 tahun)	15	68,2
Remaja pertengahan (14-16 tahun)	6	27,3
Remaja akhir (17-19 tahun)	1	4,5
Total	**22**	**100**

Berdasarkan data pada Tabel 4.2, sebagian besar responden termasuk dalam rentang usia 10-13 tahun dengan jumlah sebanyak 15 orang (68,2%).

3. Indeks Massa Tubuh Responden

Berikut merupakan distribusi frekuensi responden berdasarkan Indeks Massa Tubuh (IMT) pada atlet remaja dalam penelitian ini.

Tabel 4.3 Distribusi Frekuensi Indeks Massa Tubuh

Indeks Massa Tubuh	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Kurus	9	40,9
Normal	9	40,9
Overweight	4	18,2
Total	**22**	**100**

Berdasarkan Tabel 4.3, sebagian besar responden menunjukkan status gizi berkategori kurus dan normal dengan jumlah responden 9 orang (40,9%).

4. Intensitas Aktivitas Fisik Responden

Berikut merupakan distribusi frekuensi responden berdasarkan tingkat intensitas aktivitas fisik yang diukur dengan *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ) dan nilai *Metabolic Equivalent of Task.*

Tabel 4.4 Distribusi Frekuensi Intensitas Aktivitas Fisik Responden

Intensitas Aktivitas Fisik	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Ringan	0	0,0
Sedang	9	40,9
Tinggi	13	59,1
Total	**22**	**100**

Berdasarkan Tabel 4.4, didapatkan bahwa sebagian besar responden memiliki tingkat aktivitas fisik yang tinggi dengan jumlah responden sebanyak 13 orang (59,1%).

5. Tingkat Kelelahan Otot

Berikut merupakan distribusi frekuensi berdasarkan tingkat kelelahan otot yang diukur menggunakan *Fatigue Severe Scale* (FSS).

Tabel 4.5 Distribusi Frekuensi Tingkat Kelelahan Otot Responden

Tingkat Kelelahan Otot	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Kelelahan minimal-sedang	18	81,8
Kelelahan signifikan	4	18,2
Kelelahan berat	0	0,0
Total	**22**	**100**

Berdasarkan dari Tabel 4.5, didapatkan hasil bahwa sebagian besar responden tidak mengalami kelelahan otot yang signifikan, dengan jumlah responden sebanyak 18 orang (81,8%).

4.1.2 Analisis Bivariat

Analisis bivariat pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara intensitas aktivitas fisik yang diukur berdasarkan nilai *Metabolic Equivalent of Task* (MET) dengan tingkat kelelahan otot yang diukur menggunakan skor *Fatigue Severity Scale* (FSS) pada atlet remaja. Kedua variabel tersebut merupakan data berskala ordinal sehingga hubungan di antara keduanya dianalisis menggunakan uji korelasi *Spearman Rank* (ρ).

Mengingat jumlah sampel dalam penelitian ini relatif kecil (n = 22) serta terdapat beberapa sel dengan frekuensi yang rendah, hasil analisis disajikan dalam bentuk tabulasi silang. Tabel 4.6 menampilkan distribusi intensitas aktivitas fisik berdasarkan kategori tingkat kelelahan otot pada atlet remaja, disertai dengan hasil uji korelasi *Spearman Rank* untuk mengetahui keeratan dan arah hubungan antara kedua variabel penelitian.

Tabel 4.6 Hubungan Intensitas Aktivitas Fisik dengan Tingkat Kelelahan Otot

Intensitas aktivitas fisik		**Tingkat kelelahan otot**		**Total**	***r* *(spearman-rank)***	***p-value***
		kelelahan minimal-sedang	kelelahan signifikan			
Sedang	n	9	0	9	0,320	0,078
	%	100%	0%	100%		
Tinggi	n	9	4	13		
	%	69,20%	30,80%	100%		
Total	**n**	**18**	**4**	**22**		
	%	**81,80%**	**18,20%**	**100%**		

Berdasarkan Tabel 4.6, terlihat adanya perbedaan distribusi tingkat kelelahan otot pada atlet remaja berdasarkan intensitas aktivitas fisik. Pada kelompok atlet dengan intensitas aktivitas fisik sedang, seluruh responden (100%) mengalami kelelahan otot minimal-sedang.

Sementara itu, pada kelompok atlet dengan intensitas aktivitas fisik tinggi, sebagian besar responden juga mengalami kelelahan otot minimal-sedang (69,2%). Namun, terdapat 30,8% responden yang mengalami kelelahan signifikan. Temuan ini menunjukkan bahwa kejadian kelelahan otot signifikan hanya ditemukan pada kelompok atlet dengan intensitas aktivitas fisik tinggi, meskipun mayoritas responden dalam kelompok tersebut tetap berada pada kategori mengalami kelelahan minimal-sedang.

Berdasarkan hasil uji korelasi Spearman Rank diperoleh nilai koefisien korelasi sebesar r = 0,392 dengan nilai signifikansi *(p-value)* sebesar 0,035. Nilai p yang lebih kecil dari 0,05 menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna secara statistik antara intensitas aktivitas fisik dan tingkat kelelahan otot

pada atlet remaja. Koefisien korelasi yang bernilai positif mengindikasikan bahwa peningkatan intensitas aktivitas fisik cenderung diikuti oleh peningkatan tingkat kelelahan otot. Selain itu, nilai koefisien korelasi sebesar 0,392 menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel memiliki kekuatan korelasi yang lemah.

4.2 Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara intensitas aktivitas fisik yang diukur berdasarkan nilai *Metabolic Equivalent of Task* (MET) dengan tingkat kelelahan otot yang diukur menggunakan *Fatigue Severity Scale* (FSS) pada atlet remaja. Berdasarkan hasil analisis bivariat menggunakan uji korelasi *Spearman Rank*, diperoleh nilai koefisien korelasi sebesar r = 0,392 dengan *p-value* = 0,035. Nilai $p < 0,05$ menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna secara statistik antara intensitas aktivitas fisik dan tingkat kelelahan otot pada atlet remaja. Nilai koefisien korelasi yang positif menunjukkan bahwa hubungan kedua variabel memiliki arah searah, yaitu semakin tinggi intensitas aktivitas fisik yang dilakukan, cenderung semakin tinggi pula tingkat kelelahan otot. Sementara itu, nilai koefisien korelasi sebesar 0,392 menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel berada dalam kategori lemah.

Pada penelitian ini diperoleh gambaran bahwa seluruh atlet remaja pada kelompok intensitas aktivitas fisik sedang (100%) mengalami kelelahan otot minimal-sedang. Sebaliknya, pada kelompok atlet dengan intensitas aktivitas fisik tinggi, meskipun mayoritas responden (69,2%) juga mengalami kelelahan otot minimal-sedang, terdapat 30,8% responden yang mengalami kelelahan signifikan. Kejadian kelelahan signifikan hanya ditemukan pada kelompok dengan intensitas aktivitas fisik tinggi. Temuan ini mendukung adanya kecenderungan bahwa atlet dengan intensitas aktivitas fisik yang lebih tinggi memiliki risiko kelelahan otot yang lebih besar, meskipun hubungan tersebut tidak bermakna secara statistik.

Kecenderungan hubungan positif antara intensitas aktivitas fisik dan kelelahan otot pada penelitian ini dapat dijelaskan melalui respons fisiologis yang terjadi selama aktivitas berintensitas tinggi. Ketika kebutuhan energi meningkat

secara cepat, resintesis ATP melalui metabolisme aerobik menjadi tidak mencukupi sehingga laju glikolisis anaerob meningkat. Kondisi tersebut menyebabkan peningkatan produksi laktat yang disertai akumulasi ion hidrogen (H^+), sehingga terjadi penurunan pH intraseluler (asidosis). Penurunan pH tersebut, bersama dengan peningkatan fosfat anorganik terutama dalam bentuk $H_2 PO_4^-$, dapat menurunkan sensitivitas miofilamen terhadap ion Ca^{2+}, menghambat aktivitas enzim myosin ATPase, serta mengurangi pembentukan *actin-myosin cross-bridge* yang berperan penting dalam proses kontraksi otot.[39]

Selain itu, aktivitas fisik intensitas tinggi juga menyebabkan perubahan homeostasis ion, seperti peningkatan konsentrasi K^+ ekstraseluler serta perubahan gradien Na^+ dan Ca^{2+} yang mengganggu hantaran potensial aksi dan pelepasan Ca^{2+} dari retikulum sarkoplasma. Kombinasi perubahan metabolik dan ionik tersebut menyebabkan kemampuan serat otot menghasilkan gaya dan daya kontraksi menurun sehingga performa otot berkurang dan kelelahan lebih cepat terjadi. Dengan demikian, mekanisme kelelahan otot pada aktivitas fisik intensitas tinggi tidak hanya melibatkan peningkatan produksi laktat sebagaimana dijelaskan dalam kerangka teori penelitian ini, tetapi juga merupakan hasil interaksi berbagai perubahan metabolik dan ionik, termasuk peningkatan H^+, akumulasi fosfat anorganik, perubahan homeostasis ion, serta penurunan cadangan energi otot yang secara bersama-sama menurunkan kapasitas kontraksi selama aktivitas fisik intensitas tinggi.[39]

Meskipun secara fisiologis aktivitas fisik intensitas tinggi dapat meningkatkan risiko terjadinya kelelahan otot, hasil penelitian pada populasi atlet tidak selalu menunjukkan hubungan yang konsisten. Penelitian terdahulu melaporkan bahwa kelompok sedentari memiliki skor kelelahan yang lebih tinggi dibandingkan kelompok yang aktif berolahraga. Sebaliknya, pada kelompok yang rutin berolahraga, tingkat aktivitas fisik yang lebih tinggi justru berkaitan dengan skor kelelahan yang lebih rendah. Temuan tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara aktivitas fisik dan kelelahan dipengaruhi oleh karakteristik individu, tingkat kebugaran, serta adaptasi fisiologis terhadap latihan, sehingga respons kelelahan pada atlet dapat berbeda dibandingkan populasi umum.[40]

Temuan penelitian terdahulu tersebut dapat menjelaskan mengapa hubungan antara intensitas aktivitas fisik dan kelelahan otot pada penelitian ini hanya menunjukkan kekuatan korelasi yang lemah. Hasil ini mengindikasikan bahwa kelelahan otot pada atlet tidak hanya dipengaruhi oleh intensitas aktivitas fisik, tetapi juga oleh faktor lain, seperti distribusi intensitas latihan, tingkat kebugaran aerobik, serta adaptasi fisiologis terhadap latihan. Faktor-faktor tersebut dapat memengaruhi respons tubuh terhadap aktivitas fisik sehingga hubungan antara intensitas aktivitas fisik dan kelelahan otot tidak selalu menunjukkan pola yang konsisten pada setiap atlet.[40]

Penjelasan tersebut didukung oleh penelitian pada populasi yang berbeda, yaitu para pasien berkondisi kronis seperti *multiple schlerosis* dan *Systemic Lupus Erythematosus (SLE)* yang menjalani kemoterapi, yang menunjukkan bahwa distribusi intensitas aktivitas fisik dapat menjadi indikator kesehatan yang penting, terlepas dari total volume aktivitas fisik yang dilakukan.[41] Meskipun dilakukan pada populasi yang berbeda, temuan tersebut mengisyaratkan bahwa distribusi intensitas aktivitas fisik turut memengaruhi respons fisiologis individu. Oleh karena itu, lemahnya kekuatan korelasi pada penelitian ini kemungkinan mencerminkan bahwa kelelahan otot pada atlet dipengaruhi oleh berbagai faktor, sehingga intensitas aktivitas fisik saja belum cukup untuk menjelaskan variasi tingkat kelelahan otot pada atlet remaja.[42]

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Faktor-faktor yang berpotensi memengaruhi tingkat kelelahan otot, seperti durasi dan frekuensi latihan, pola tidur, status gizi secara rinci, serta pengalaman berlatih atlet, belum dianalisis dalam penelitian ini sehingga dapat berperan sebagai variabel perancu *(confounding).* Selain itu, jumlah sampel yang relatif kecil (n = 22) dengan beberapa sel frekuensi rendah pada tabulasi silang menyebabkan hasil penelitian perlu diinterpretasikan secara hati-hati dan tidak dapat digeneralisasikan secara luas.

Meskipun demikian, keterbatasan tersebut tidak mengurangi makna hasil penelitian karena intensitas aktivitas fisik diukur menggunakan *International Physical Activity Questionnaire (IPAQ)* dengan nilai MET yang telah memiliki

validitas dan reliabilitas yang baik, sedangkan tingkat kelelahan otot diukur menggunakan *Fatigue Severity Scale (FSS)* yang memiliki reliabilitas, konsistensi internal, dan validitas konkuren yang memadai sebagai instrumen pengukuran kelelahan.[43] Selain itu, penggunaan uji korelasi *Spearman Rank* telah sesuai dengan karakteristik data dan ukuran sampel penelitian sehingga analisis hubungan antarvariabel dilakukan menggunakan pendekatan statistik yang tepat.

Secara umum, hasil penelitian ini menunjukkan adanya hubungan positif antara intensitas aktivitas fisik dan tingkat kelelahan otot pada atlet remaja, dengan hubungan yang bermakna secara statistik dan kekuatan korelasi yang lemah. Penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun intensitas aktivitas fisik memiliki hubungan dengan tingkat kelelahan otot, terdapat faktor lain yang turut berperan dalam memengaruhi kelelahan otot pada atlet remaja. Oleh karena itu, penyusunan program latihan perlu mempertimbangkan keseimbangan antara intensitas latihan, kemampuan pemulihan, dan kondisi kebugaran atlet untuk membantu mengendalikan tingkat kelelahan otot.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai hubungan antara intensitas aktivitas fisik yang diukur berdasarkan nilai *Metabolic Equivalent of Task* (MET) dan kelelahan otot yang diukur berdasarkan skor *Fatigue Severity Scale* (FSS) pada atlet remaja usia 10–19 tahun, maka dapat dirumuskan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1 Sebagian besar atlet remaja di Kota Medan memiliki intensitas aktivitas fisik tinggi, yaitu sebanyak 13 responden (59,1%), sedangkan 9 responden (40,9%) berada pada kategori sedang dan tidak terdapat responden dalam kategori rendah. Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas responden memiliki tingkat aktivitas fisik yang tinggi.

2 Sebagian besar atlet remaja di Kota Medan berada pada kategori kelelahan minimal–sedang, yaitu sebanyak 18 responden (81,8%), sedangkan 4 responden (18,2%) mengalami kelelahan signifikan dan tidak terdapat responden dengan kelelahan berat. Hasil tersebut menunjukkan bahwa mayoritas responden memiliki tingkat kelelahan otot yang relatif rendah.

3 Hasil uji *Spearman Rank* menunjukkan nilai signifikansi $p = 0{,}035$ ($p < 0{,}05$), sehingga terdapat hubungan yang bermakna secara statistik antara intensitas aktivitas fisik dengan tingkat kelelahan otot pada atlet remaja di Kota Medan. Dengan demikian, intensitas aktivitas fisik memiliki keterkaitan yang signifikan dengan tingkat kelelahan otot responden.

4 Hasil uji *Spearman Rank* menunjukkan koefisien korelasi $r = 0{,}392$, yang menunjukkan adanya korelasi positif dengan kekuatan lemah antara intensitas aktivitas fisik dan tingkat kelelahan otot. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan intensitas aktivitas fisik cenderung diikuti peningkatan tingkat kelelahan otot pada atlet remaja.

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

5.2 Saran

1 Atlet remaja disarankan untuk memperhatikan keseimbangan antara intensitas aktivitas fisik dan waktu pemulihan, khususnya pada aktivitas fisik dengan intensitas tinggi, secara terencana dan berkelanjutan guna mencegah risiko kelelahan otot berlebih. Pelatih diharapkan dapat menyusun program latihan yang memperhatikan intensitas, frekuensi, dan durasi latihan, serta menyesuaikannya dengan usia dan kondisi atlet untuk mendukung pemulihan otot secara optimal.

2 Institusi pembinaan atlet remaja disarankan untuk melakukan pemantauan rutin terhadap tingkat intensitas aktivitas fisik dan kelelahan otot, misalnya melalui pengukuran MET dan skor FSS secara berkala, sebagai dasar evaluasi efektivitas program latihan. Hasil pemantauan tersebut dapat digunakan untuk mengembangkan program latihan yang lebih terarah dan berbasis bukti ilmiah.

3 Penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan jumlah sampel yang lebih besar dengan menggunakan desain longitudinal atau eksperimental agar dapat menjelaskan hubungan kausal antara intensitas aktivitas fisik dan kelelahan otot secara lebih kuat. Selain itu, disarankan untuk mempertimbangkan faktor-faktor lain yang berpotensi memengaruhi kelelahan otot, seperti durasi dan frekuensi latihan, kualitas pemulihan, pola tidur, status gizi secara lebih rinci, serta pengalaman berlatih atlet, sehingga hasil penelitian dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

1. Cabello-Manrique D, Lorente JA, Padial-Ruz R, Puga-González E. Play Badminton Forever: A Systematic Review of Health Benefits. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(15). doi:10.3390/ijerph19159077
2. Ghorpade OS, Rizvi MR, Sharma A, et al. Enhancing physical attributes and performance in badminton players: efficacy of backward walking training on treadmill. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2024;16(1). doi:10.1186/s13102-024-00962-x
3. Kuo KP, Liao CC, Kao CC. Improving Special Ability Performance of Badminton Players through a Visual Reaction Training System. *Healthcare (Switzerland)*. 2022;10(8):1-11. doi:10.3390/healthcare10081454
4. Ma S, Geok Soh K, Binti Japar S, Xu S, Zhicheng G. Maximizing the performance of badminton athletes through core strength training: Unlocking their full potential using machine learning (ML) modeling. *Heliyon*. 2024;10(15):e35145. doi:10.1016/j.heliyon.2024.e35145
5. Reiner M, Niermann C, Jekauc D, Woll A. Long-term health benefits of physical activity - A systematic review of longitudinal studies. *BMC Public Health*. 2013;13(1):1-9. doi:10.1186/1471-2458-13-813
6. Arya T Candra, Vebri Gusdi Hidayat. Analisis Dampak Berteriak Terhadap Tingkat Kelelahan Dan Kecepatan Atlet Panjat Tebing. *SPRINTER: Jurnal Ilmu Olahraga*. 2023;4(1):27-34. doi:10.46838/spr.v4i1.290
7. Triandari ST, Fatmawati I, Maryusman T, Puspita ID. Hubungan Pengetahuan Terkait Gizi, Asupan Karbohidrat, dan Aktivitas Fisik Dengan Kebugaran Jasmani Pada Atlet Cabang Olahraga Permainan. *JURNAL ILMIAH KESEHATAN MASYARAKAT : Media Komunikasi Komunitas Kesehatan Masyarakat*. 2021;13(4):160-166. doi:10.52022/jikm.v13i4.219
8. Varghese M, Ruparell S, LaBella C. Youth Athlete Development Models: A Narrative Review. *Sports Health*. 2022;14(1):20-29. doi:10.1177/19417381211055396

9. Lam WK, Wong DWC, Lee WCC. Biomechanics of lower limb in badminton lunge: a systematic scoping review. *PeerJ*. 2020;8. doi:10.7717/peerj.10300
10. Organization WH. Adolescent health. World Health Organization – Health Topics. 2025. Accessed November 7, 2025. https://www.who.int/health-topics/adolescent-health#tab=tab_1
11. Brown KA, Patel DR, Darmawan D. Participation in sports in relation to adolescent growth and development. 2017;6(cm):150-159. doi:10.21037/tp.2017.04.03
12. Caesaria AP, Endro Yulianto, Luthfiyah S, Triwiyanto T, Rizal A. Effect of Muscle Fatigue on EMG Signal and Maximum Heart Rate for Pre and Post Physical Activity. *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*. 2023;5(1):39-45. doi:10.35882/jeeemi.v5i1.278
13. Hermawan R. Fisiologi Olahraga. *Bandar Lampung*. *AURA ANUGRAH UTAMA RAHARJA*. Preprint posted online 2020.
14. Suryaningtias S, Sarjana P, Gizi T, et al. Pengaruh pemberian smoothies gramuna (pisang raja bandung, semangka kuning, dan buah naga merah) terhadap kelelahan otot anaerobik pada atlet bulutangkis. Published online 2024.
15. Wan JJ, Qin Z, Wang PY, Sun Y, Liu X. Muscle fatigue: General understanding and treatment. *Exp Mol Med*. 2017;49(10):e384-11. doi:10.1038/emm.2017.194
16. Constantin-Teodosiu, D Constantin D. Molecular mechanisms of muscle hypertrophy. *Int J Mol Sci*. 2021;22(21):11587.
17. Bogdanis GC. Effects of physical activity and inactivity on muscle fatigue. *Front Physiol*. 2012;3 MAY(May):1-15. doi:10.3389/fphys.2012.00142
18. Deo IS. Kelelahan Otot sebagai Akibat Mekanisme Kerja Otot. *Makalah Fakultas Kedokteran*. *Universitas Kristen Krida Wacana*. Preprint posted online 2023:1-10.

19. Li S, Kempe M, Brink M, Lemmink K. Effectiveness of Recovery Strategies After Training and Competition in Endurance Athletes: An Umbrella Review. *Sports Med Open*. 2024;10(1):55.
20. Yoda IK, Tisna MS GD, Suwiwa IG, Kusuma KCA, Junior NKM. Recovery methods to reduce fatigue among athletes: A systematic review and future directions. *Journal Sport Area*. 2024;9(2):217-234.
21. Kreher JB, Schwartz JB. Overtraining Syndrome : A Practical Guide. 2012;02114. doi:10.1177/1941738111434406
22. Weakley J, Halson SL. Overtraining Syndrome Symptoms and Diagnosis in Athletes : Where Is the Research ? A Systematic Review. Published online 2022:675-681.
23. Borkowski R, Krzepota J, Wróbel M, Madej D. The Impact of Overtraining on Injury Rates in School-Age Athletes — A Scoping Review. Published online 2025:1-13.
24. Naik H, Shao S, Tran KC, et al. Evaluating fatigue in patients recovering from COVID-19: validation of the fatigue severity scale and single item screening questions. *Health Qual Life Outcomes*. 2022;20(1):1-9. doi:10.1186/s12955-022-02082-x
25. Dhanish J, Kanthanathan S, Rajeswari S, Aseer PAL. Translation and Validation of Tamil Version of Fatigue Severity Scale (FSS) in Individuals with Rheumatoid Arthritis. *Indian J Rheumatol*. 2024;19(3):198-204. doi:10.1177/09733698241232849
26. Huether AXA, Pottinger T, Lou JS. Screening cut-off scores for clinically significant fatigue in early Parkinson's disease. *Clin Park Relat Disord*. 2023;9(October):100228. doi:10.1016/j.prdoa.2023.100228
27. Organization WH. Physical activity. 2021 Sep 14. 2021. Accessed August 16, 2025. https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/physical-activity
28. Huwaida Z, Anggraini FT, Firdawati F. Hubungan Aktivitas Fisik dengan Kebugaran Jasmani Siswa SDN 13 Sungai Pisang. *Jurnal Ilmu Kesehatan Indonesia*. 2022;2(4):243-248. doi:10.25077/jikesi.v2i4.361

29. Piggin J. What Is Physical Activity? A Holistic Definition for Teachers, Researchers and Policy Makers. *Front Sports Act Living*. 2020;2(June):1-7. doi:10.3389/fspor.2020.00072
30. Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med*. 2020;54(24):1451-1462. doi:10.1136/bjsports-2020-102955
31. Dharmansyah D, Budiana D. Indonesian Adaptation of The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): Psychometric Properties. *Jurnal Pendidikan Keperawatan Indonesia*. 2021;7(2):159-163. doi:10.17509/jpki.v7i2.39351
32. Fan M, Lyu J, He P. Chinese guidelines for data processing and analysis concerning the International Physical Activity Questionnaire. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi*. 2014;35(8):961-964.
33. Deng N, Soh KG, Abdullah B, Huang D, Sun H, Xiao W. Effects of physical training programs on female tennis players' performance: a systematic review and meta-analysis. *Front Physiol*. 2023;14. doi:10.3389/fphys.2023.1234114
34. Hidayat E, Wiriawan O. JPO: Jurnal Prestasi Olahraga ANALISIS KONDISI FISIK ATLET BULUTANGKIS PUTRA PB. GEMILANG SURABAYA TAHUN 2023. 2023;6:140-149.
35. Bisht S, Article O. Comparative Profiling of Physical Performance Characteistic of. Published online 2024:509-513. doi:10.29121/shodhkosh.v5.i6.2024.408
36. Zhang S, Liu X, Meng D. Structure study on tripod and inverted tripod-type four-level quantum coherent systems. *2011 Symposium on Photonics and Optoelectronics, SOPO 2011*. 2011;71(August):2000-2002. doi:10.1109/SOPO.2011.5780601
37. Barone Gibbs B, Sternfeld B, Whitaker KM, et al. Bidirectional associations of accelerometer-derived physical activity and stationary behavior with self-reported mental and physical health during midlife.

International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity. 2021;18(1):1-11. doi:10.1186/s12966-021-01145-4

38. Krupp LB, Larocca NG, Muir Nash J, Steinberg AD. The fatigue severity scale: Application to patients with multiple sclerosis and systemic lupus erythematosus. *Arch Neurol*. 1989;46(10):1121-1123. doi:10.1001/archneur.1989.00520460115022
39. Debold EWH. New insights into the cellular and molecular mechanisms of skeletal muscle fatigue: the Marion J. Siegman Award Lectureships. Am J Physiol Cell Physiology. October 1, 2024.
40. Bricout VA, Nguyen DT, Favre Juvin A. Physical Activity or Inactivity and Fatigue in Children and Adolescents: A Cross-Sectional Study. *J Clin Med*. 2025;14(5). doi:10.3390/jcm14051574
41. Rzepka M, Toś M, Boroń M, Gibas K, Krzystanek E. Relationship between fatigue and physical activity in a Polish cohort of multiple sclerosis patients. *Medicina (Lithuania)*. 2020;56(12):1-11. doi:10.3390/medicina56120726
42. Gray SR, Montoye AHK, Vondrasek JD, et al. Associations of physical activity levels with fatigue in people with inflammatory rheumatic diseases in the LIFT trial. *Rheumatol Adv Pract*. 2024;8(3). doi:10.1093/rap/rkae106
43. Naik H, Shao S, Tran KC, et al. Evaluating fatigue in patients recovering from COVID-19: validation of the fatigue severity scale and single item screening questions. *Health Qual Life Outcomes*. 2022;20(1):1-9. doi:10.1186/s12955-022-02082-x

LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Persetujuan Etik



UMSU

KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN
HEALTH RESEARCH ETHICS COMITTEE
FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FACULTY OF MEDICINE AND HELATH SCIENCES UNIVERSITY OF MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

KETERANGAN LOLOS KAJI ETIK
DESCRIPTION OF ETHICAL APPROVAL
"ETHICAL APPROVAL"
No : 71/KEPK/FKUMSU/2026

Protokol penelitian yang diusulkan oleh :
The Research protocol proposed by

Peneliti Utama : **Saumunnisa Salsabila**
Principal in investigator

Nama Institusi : Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Name of the Instutution *Faculty of Medicine and Health Sciences University of Muhammadiyah Sumatera Utara*

Dengan Judul
Tittle

"HUBUNGAN ANTARA INTENSITAS AKTIVITAS FISIK DENGAN KELELAHAN OTOT PADA ATLET BULUTANGKIS REMAJA DI KOTA MEDAN"

"THE RELATIONSHIP BETWEEN PHYSICAL ACTIVITY INTENSITY AND MUSCLE FATIGUE IN ADOLESCENT ATHLETES IN MEDAN CITY"

Dinyatakan layak etik sesuai 7 (tujuh) Standar WHO 2011, yaitu 1) Nilai Sosial, 2) Nilai Ilmiah
3) Pemerataan Beban dan Manfaat, 4) Resiko, 5) Bujukan / Eksploitasi, 6) Kerahasiaan dan Privacy, dan
7) Persetujuan Setelah Penjelasan,yang merujuk pada Pedoman CIOMS 2016.Hal ini seperti yang ditunjukkan oleh terpenuhinya indikator setiap standar.

Declarated to be ethically appropriate in accordance to 7 (seven) WHO 2011 Standards,1)Social Values,2)Scentific Values,3)Equitable Assesment and Benefits,4)Risks,5)Persuasion / Exploitation,6) Confidentiality and Privacy,and 7)Informed Consent,refering to the 2016 CIOMS Guedelines.This is as indicated by the fulfillment of the indicator of each standard

Pernyataan Laik Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 17 Januari 2026 sampai dengan tanggal 17 Januari 2027
The declaration of ethics applies during the periode January 17 ,2025 until January 17 ,2027

Medan, 17 Januari 2026
Ketua

Assoc. Prof.Dr.dr.Nurfadly,MKT

Lampiran 2. Surat Izin Penelitian



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN
UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 174/SK/BAN-PT/Ak.Ppj/PT/III/2024
Jl. Gedung Arca No. 53 Medan, 20217 Telp. (061) - 7350163, 7333162, Fax. (061) - 7363488
https://fk.umsu.ac.id fk@umsu.ac.id umsumedan umsumedan umsumedan umsumedan

Nomor : 900/II.3.AU/UMSU-08/F/2026
Lamp. : -
Hal : **Mohon Izin Penelitian**

Medan, 20 Dzulhijjah 1447 H
06 Juni 2026 M

Kepada : Yth. **Ketua Umum Klub PB Galaxy Medan**
di
Tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan hormat, dalam rangka penyusunan Skripsi mahasiswa Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (FKIK UMSU) Medan, maka kami mohon bantuan Bapak/Ibu untuk memberikan informasi, data dan fasilitas seperlunya kepada mahasiswa kami yang akan mengadakan penelitian sebagai berikut :

N a m a : Saumunnisa Salsabila
NPM : 2208260066
Semester : VIII (Delapan)
Fakultas : Kedokteran
Jurusan : Pendidikan Dokter
Judul : Hubungan Intensitas Aktivitas Fisik Dengan Kelelahan Otot Pada Atlet Bulutangkis Remaja Di Kota Medan

Demikianlah hal ini kami sampaikan, atas kerjasama yang baik kami ucapkan terima kasih. Semoga amal kebaikan kita diridhai oleh Allah SWT. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Dekan,

dr. Siti Masliana Siregar, Sp.THTBKL., Subsp.Rino(K)
NIDN : 0106098201

Tembusan :
1. Wakil Rektor I UMSU
2. Ketua Skripsi FKIK UMSU
3. Pertinggal

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN
UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 174/SK/BAN-PT/Ak.Ppj/PT/III/2024
Jl. Gedung Arca No. 53 Medan, 20217 Telp. (061) - 7350163, 7333162, Fax. (061) - 7363488
https://fk.umsu.ac.id fk@umsu.ac.id umsumedan umsumedan umsumedan umsumedan

Nomor : 901/II.3.AU/UMSU-08/F/2026
Lamp. : -
Hal : **Mohon Izin Penelitian**

Medan, 20 Dzulhijjah 1447 H
06 Juni 2026 M

Kepada : Yth. **Ketua Umum Klub PB Indocafe Medan**
di
Tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan hormat, dalam rangka penyusunan Skripsi mahasiswa Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (FKIK UMSU) Medan, maka kami mohon bantuan Bapak/Ibu untuk memberikan informasi, data dan fasilitas seperlunya kepada mahasiswa kami yang akan mengadakan penelitian sebagai berikut :

N a m a : Saumunnisa Salsabila
NPM : 2208260066
Semester : VIII (Delapan)
Fakultas : Kedokteran
Jurusan : Pendidikan Dokter
Judul : Hubungan Intensitas Aktivitas Fisik Dengan Kelelahan Otot Pada Atlet Bulutangkis Remaja Di Kota Medan

Demikianlah hal ini kami sampaikan, atas kerjasama yang baik kami ucapkan terima kasih. Semoga amal kebaikan kita diridhai oleh Allah SWT. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Dekan,

dr. Siti Masliana Siregar, Sp.THTBKL., Subsp.Rino(K)
NIDN : 0106098201

Tembusan :
1. Wakil Rektor I UMSU
2. Ketua Skripsi FKIK UMSU
3. Pertinggal

Lampiran 3. Surat Selesai Penelitian

GALAXY BADMINTON CLUB

Sekretariat : Galaxy Grace Badminton Hall, Jl. Sidodame No.272, Pulo Brayan Darat II, Kec. Medan Tim., Kota Medan, Sumatera Utara 20236
Telepon : 081222223207, Email : pb.galaxymedan1901@gmail.com

Medan, 25 Juni 2026

Nomor : 04/PB.GLX/VI/2026
Lampiran : -
Perihal : **SURAT SELESAI PENELITIAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	: LINJA
Jabatan	: MANAGER
Nama Perkumpulan	: PB. GALAXY MEDAN

Berama surat Ini kami sampaikan:

Nama	: SAUMUNNISA SALSABILA
NPM	: 2208260066
Fakultas	: KEDOKTERAN
Jurusan	: PENDIDIKAN KEDOKTERAN
Judul	: HUBUNGAN ANTARA INTENSITAS AKTIVITAS FISIK DENGAN TINGKAT KELELAHAN OTOT PADA ATLET REMAJA KOTA MEDAN

Telah selesai melakukan penelitian di PB Galaxy Medan

Demikian kami sampaikan, agar kiranya surat ini dapat digunakan sebagaimana mestinya, atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

MANAGER

PB GALAXY

LINJA

PERSATUAN BULUTANGKIS INDOCAFE MEDAN

Jln. Siantar No. 28 Pandau Hilir Kec. Medan Perjuangan Kota Medan

INDOCAFÉ

Medan, 02 Juli 2026

Nomor : 02/PB/.ICM/VII/2026
Lampiran : -
Perihal : ***Surat Selesai Penelitian***

Salam Olahraga,

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : SYAHLEFI
Jabatan : Kepala Pelatih
Nama Perkumpulan : PB Indocafe

Bersama surat ini kami sampaikan :

Nama : Saumunnisa Salsabila
NPM : 2208260066
Semester : VIII (Delapan)
Fakultas : Kedokteran
Jurusan : Pendidikan Kedokteran
Judul : Hubungan Intensitas Aktivitas Fisik dengan Kelelahan Otot pada Atlet Bulutangkis Remaja di Kota Medan

Telah selesai melakukan Penelitian di PB Indocafe Medan.

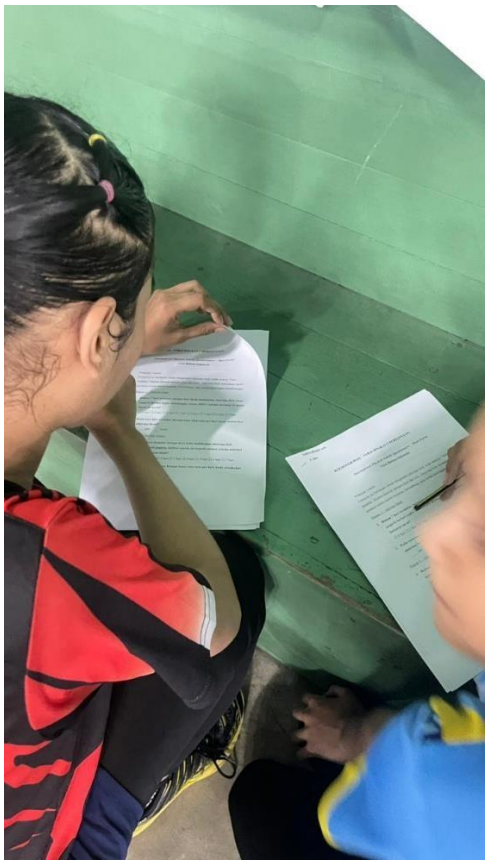
Demikian kami sampaikan, agar kiranya surat ini dapat digunakan sebagaimana mestinya , atas perhatiannnya kami ucapkan terimakasih.

PB. Indocafe Medan
Kepala Pelatih

Syahlefi

Lampiran 4. Dokumentasi







Lampiran 5. Hasil Uji Statistik

Frequency Table

Jenis kelamin

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	laki-laki	14	63.6	63.6	63.6
	perempuan	8	36.4	36.4	100.0
	Total	22	100.0	100.0	

Usia

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	remaja awal	15	68.2	68.2	68.2
	remaja pertengahan	6	27.3	27.3	95.5
	remaja akhir	1	4.5	4.5	100.0
	Total	22	100.0	100.0	

IMT

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Kurus	9	40.9	40.9	40.9
	Normal	9	40.9	40.9	81.8
	Overweight	4	18.2	18.2	100.0
	Total	22	100.0	100.0	

Intensitas aktivitas fisik

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Sedang	9	40.9	40.9	40.9
	Tinggi	13	59.1	59.1	100.0
	Total	22	100.0	100.0	

Tingkat kelelahan otot

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Kelelahan minimal-sedang	18	81.8	81.8	81.8
	Kelelahan signifikan	4	18.2	18.2	100.0
	Total	22	100.0	100.0	

Intensitas aktivitas fisik * Tingkat kelelahan otot Crosstabulation

			Tingkat kelelahan otot		
			Kelelahan minimal-sedang	Kelelahan signifikan	Total
Intensitas aktivitas fisik	Sedang	Count	9	0	9
		% within Intensitas aktivitas fisik	100.0%	0.0%	100.0%
	Tinggi	Count	9	4	13
		% within Intensitas aktivitas fisik	69.2%	30.8%	100.0%
Total		Count	18	4	22
		% within Intensitas aktivitas fisik	81.8%	18.2%	100.0%

Nonparametric Correlations

Correlations

			Intensitas aktivitas fisik	Tingkat kelelahan otot
Spearman's rho	Intensitas aktivitas fisik	Correlation Coefficient	1.000	.392*
		Sig. (1-tailed)	.	.035
		N	22	22
	Tingkat kelelahan otot	Correlation Coefficient	.392*	1.000
		Sig. (1-tailed)	.035	.
		N	22	22

*. Correlation is significant at the 0.05 level (1-tailed).

Lampiran 7. Kuesioner Penelitian

KUESIONER IPAQ – VERSI SINGKAT (7 PERTANYAAN)

(International Physical Activity Questionnaire – Short Form)

Versi Bahasa Indonesia

Petunjuk Umum:

Formulir ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas fisik Anda selama 7 hari terakhir. Mohon dijawab dengan jujur dan teliti. Aktivitas fisik mencakup segala gerakan tubuh seperti berjalan, berolahraga, atau melakukan tugas rumah tangga.

Bagian 1 – Aktivitas Berat

1. **Dalam 7 hari terakhir, berapa hari Anda melakukan aktivitas fisik berat (seperti berlari cepat, bulutangkis intens) selama minimal 10 menit berturut-turut?**

   ☐ 0 hari ☐ 1 hari ☐ 2 hari ☐ 3 hari ☐ 4 hari ☐ 5 hari ☐ 6 hari ☐ 7 hari

2. **Pada hari-hari tersebut, berapa lama rata-rata per hari Anda melakukan aktivitas berat?**

   _____jam _____menit

Bagian 2 – Aktivitas Sedang

3. **Dalam 7 hari terakhir, berapa hari Anda melakukan aktivitas fisik sedang (seperti jogging, latihan teknik, bersepeda santai) selama minimal 10 menit berturut-turut?**

   ☐ 0 hari ☐ 1 hari ☐ 2 hari ☐ 3 hari ☐ 4 hari ☐ 5 hari ☐ 6 hari ☐ 7 hari

4. **Pada hari-hari tersebut, berapa lama rata-rata per hari Anda melakukan aktivitas sedang?**

   _____jam _____menit

Bagian 3 – Berjalan Kaki

5. **Dalam 7 hari terakhir, berapa hari Anda melakukan jalan kaki (ke sekolah, pemanasan, aktivitas santai) selama minimal 10 menit berturut-turut?**

☐ 0 hari ☐ 1 hari ☐ 2 hari ☐ 3 hari ☐ 4 hari ☐ 5 hari ☐ 6 hari ☐ 7 hari

6. **Pada hari-hari tersebut, berapa lama rata-rata per hari Anda berjalan kaki?**

   _____jam _____menit

Bagian 4 – Duduk

7. **Pada hari biasa, berapa lama rata-rata Anda duduk (di kelas, belajar, menonton, bermain HP)?**

   _____jam _____menit per hari

Catatan Perhitungan (oleh peneliti):

- Aktivitas berat × durasi × 8 MET
- Aktivitas sedang × durasi × 4 MET
- Jalan kaki × durasi × 3,3 MET

Total MET/week = jumlah dari ketiganya

FATIGUE SEVERITY SCALE (FSS)

Petunjuk umum :

Silakan lingkari angka antara 1 dan 7 yang menurut Anda paling sesuai dengan pernyataan berikut. Ini mengacu pada cara hidup Anda yang biasa dalam seminggu terakhir. **1 menunjukkan "sangat tidak setuju"** dan **7 menunjukkan "sangat setuju"**.

No.	Pernyataan	1	2	3	4	5	6	7
1.	Motivasi saya rendah sekali ketika saya mengalami kelelahan							
2.	Latihan fisik membuat saya mengalami kelelahan							
3.	Saya mudah sekali mengalami kelelahan							
4.	Kelelahan mengganggu aktivitas sehari-hari saya							
5.	Kelelahan sering menimbulkan masalah dalam kegiatan sehari-hari saya							
6.	Kelelahan menyebabkan saya tidak bisa bertahan lama dalam beraktivitas							
7.	Kelelahan mempengaruhi tugas dan tanggung jawab saya							
8.	Kelelahan merupakan salah satu gejala yang paling mengganggu bagi saya.							
9.	Kelelahan mengganggu pekerjaan, kehidupan keluarga, atau kehidupan sosial saya.							

CARA PERHITUNGAN FATIGUE SEVERITY SCALE (FSS)

Langkah-langkah Perhitungan:

1. Jumlahkan semua skor dari 9 item pertanyaan
2. Bagi hasil penjumlahan dengan 9 untuk mendapatkan rata-rata skor FSS

Rumus Perhitungan:

Skor FSS = (total skor) ÷ 9

Interpretasi Skor FSS:

Rentang skor	Interpretasi
1.0 – 3.9	Tidak mengalami kelelahan yang signifikan
4.0 – 4.9	Kelelahan yang signifikan secara klinis
5.0 – 7.0	Kelelahan berat

Lampiran 8. Artikel Ilmiah

HUBUNGAN INTENSITAS AKTIVITAS FISIK DENGAN KELELAHAN OTOT PADA ATLET BULUTANGKIS REMAJA DI KOTA MEDAN

Saumunnisa Salsabila[1], Yulia Fauziyah[2], Ananda Marina[3], Sharlini Desfika Nasution[4]

[1]Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

[2,3,4]Departemen Fisiologi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Corresponding author : Saumunnisa Salsabila, Yulia Fauziyah

saumunnisa2310@gmail.com, yuliafauziyah@umsu.ac.id

ABSTRAK

Pendahuluan: Bulutangkis merupakan olahraga intensitas tinggi dengan pola gerakan intermiten yang menuntut kombinasi kapasitas aerobik dan anaerobik. Intensitas latihan yang tinggi berpotensi memicu kelelahan otot, terutama pada atlet remaja yang masih dalam masa pertumbuhan. Pemahaman mengenai hubungan antara intensitas aktivitas fisik dan kelelahan otot penting untuk menyusun program latihan yang aman dan optimal. **Tujuan**: Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji hubungan antara intensitas aktivitas fisik dengan tingkat kelelahan otot pada atlet remaja di Kota Medan. **Metode**: Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif observasional analitik dengan desain cross-sectional. Sampel berjumlah 22 atlet remaja usia 10–19 tahun dari PB Galaxy dan PB Indocafe Medan, dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*. Intensitas aktivitas fisik diukur menggunakan *International Physical Activity Questionnaire–Short Form (IPAQ-SF)*, sedangkan tingkat kelelahan otot diukur menggunakan *Fatigue Severity Scale (FSS)*. Analisis data dilakukan menggunakan uji korelasi *Spearman Rank*. **Hasil**: Sebagian besar responden memiliki intensitas aktivitas fisik tinggi (59,1%) dan mengalami kelelahan minimal-sedang (81,8%). Hasil uji korelasi Spearman Rank menunjukkan nilai r = 0,392 dengan p = 0,035 ($p < 0,05$), yang menandakan terdapat hubungan yang bermakna secara statistik dengan kekuatan korelasi lemah dan arah positif antara intensitas aktivitas fisik dan tingkat kelelahan otot. **Kesimpulan**: Terdapat hubungan yang signifikan antara intensitas aktivitas fisik dan tingkat kelelahan otot pada atlet remaja di Kota Medan, meskipun dengan kekuatan hubungan yang lemah, sehingga faktor lain seperti durasi latihan, pola tidur, dan status gizi turut berperan dalam kelelahan otot.

Kata kunci: intensitas aktivitas fisik, kelelahan otot, atlet remaja, bulutangkis, MET, FSS

ABSTRACT

Background*: Badminton is a high-intensity sport characterized by an intermittent movement pattern that requires a combination of aerobic and anaerobic capacity. High training intensity has the potential to trigger muscle fatigue, particularly in adolescent athletes who are still in a growth phase. Understanding the relationship between physical activity intensity and muscle fatigue is important for developing safe and optimal training programs.* ***Objective****: This study aimed to examine the relationship between physical activity intensity and the level of muscle fatigue among adolescent athletes in Medan City.* ***Methods****: This was a quantitative analytic observational study using a cross-sectional design. The sample consisted of 22 adolescent athletes aged 10–19 years from PB Galaxy and PB Indocafe Medan, selected through purposive sampling. Physical activity intensity was measured using the International Physical Activity Questionnaire–Short Form (IPAQ-SF), while the level of muscle fatigue was measured using the Fatigue Severity Scale (FSS). Data were analyzed using the Spearman Rank correlation test.* ***Results****: Most respondents had a high level of physical activity intensity (59.1%) and experienced minimal-to-moderate fatigue (81.8%). The Spearman Rank correlation test showed a coefficient of $r = 0.392$ with $p = 0.035$ ($p < 0.05$), indicating a statistically significant relationship with a weak, positive correlation between physical activity intensity and the level of muscle fatigue.* ***Conclusion****: There is a significant relationship between physical activity intensity and the level of muscle fatigue among adolescent athletes in Medan City, although the strength of the relationship is weak, suggesting that other factors such as training duration, sleep patterns, and nutritional status also contribute to muscle fatigue.*

Keywords*: physical activity intensity, muscle fatigue, adolescent athletes, badminton, MET, FSS*

PENDAHULUAN

Bulutangkis merupakan olahraga permainan dengan intensitas tinggi dan pola gerakan intermiten yang menuntut kombinasi kapasitas aerobik dan anaerobik secara bersamaan.[1,2] Karakteristik permainan yang mengandalkan kecepatan, kelincahan, kekuatan, serta daya tahan menjadikan intensitas latihan sebagai penentu utama pencapaian performa atlet, sebagaimana ditunjukkan oleh pengukuran kondisi fisik pada atlet bulutangkis yang mencerminkan pentingnya kapasitas aerobik dan anaerobik selama pertandingan.[2,15] Latihan berintensitas tinggi memang terbukti mampu meningkatkan kapasitas anaerobik dan daya tahan otot, namun di sisi lain juga berpotensi memicu kelelahan otot, terutama pada atlet usia remaja (10–19 tahun) yang tubuhnya masih berada dalam fase pertumbuhan dan adaptasi fisiologis.[3]

Secara fisiologis, kelelahan otot terjadi akibat ketidakseimbangan antara kebutuhan energi otot dan kemampuan metabolisme aerobik untuk memenuhinya, sehingga otot bergantung pada jalur anaerob yang menghasilkan akumulasi laktat, perubahan pH intraseluler, serta gangguan eksitabilitas otot.[4] Intensitas dan durasi latihan merupakan dua faktor utama yang memengaruhi onset dan tingkat keparahan kelelahan, dengan intensitas tinggi lebih berkaitan dengan mekanisme kelelahan perifer melalui akumulasi metabolit.[5] Apabila kelelahan otot tidak dikelola dengan tepat, kondisi ini berisiko berkembang menjadi Overtraining Syndrome (OTS) yang ditandai penurunan performa jangka panjang, gangguan mood, gangguan tidur, hingga peningkatan risiko cedera muskuloskeletal, khususnya pada atlet remaja.[6]

Meskipun manfaat aktivitas fisik telah banyak dikaji, penelitian yang secara khusus menelaah hubungan antara intensitas aktivitas fisik dan tingkat kelelahan otot pada atlet bulutangkis remaja masih terbatas. Kesenjangan ini penting untuk dijawab karena pemahaman terhadap hubungan tersebut menjadi dasar dalam menyusun program latihan yang optimal, aman, dan berkelanjutan bagi atlet muda. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji hubungan antara intensitas aktivitas fisik dengan tingkat kelelahan otot pada atlet remaja di Kota Medan.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan observasional analitik menggunakan desain cross-sectional. Penelitian dilaksanakan pada bulan November–Desember 2025 di dua klub bulutangkis, yaitu PB Galaxy dan PB Indocafe, Kota Medan.

Populasi penelitian adalah seluruh atlet remaja aktif di kedua klub tersebut. Sampel dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan kriteria inklusi (usia 10–19 tahun, aktif berlatih minimal 1 tahun, dan bersedia mengikuti prosedur penelitian dengan menandatangani *informed consent*) serta kriteria eksklusi (mengalami cedera atau dalam masa pemulihan cedera, memiliki riwayat penyakit

jantung/paru/muskuloskeletal, sedang menjalani pengobatan yang dapat memengaruhi hasil penelitian, atau tidak hadir saat pengambilan data). Besar sampel minimal dihitung menggunakan *G*Power 3.1.9.7* dengan analisis a priori untuk uji korelasi Spearman, mengacu pada nilai korelasi r = 0,547 dari penelitian sejenis, dengan α = 0,05, *power* = 0,80, dan uji satu sisi, sehingga diperoleh sampel minimal 19 orang. Setelah ditambahkan cadangan drop-out 10%, sampel akhir yang direkrut berjumlah 22 atlet remaja.

Intensitas aktivitas fisik diukur menggunakan *International Physical Activity Questionnaire–Short Form* (IPAQ-SF), instrumen tervalidasi yang telah teradaptasi ke dalam Bahasa Indonesia dengan reliabilitas tinggi (*Cronbach's alpha* 0,884).[7] Hasil kuesioner dikonversi ke satuan MET-menit/minggu mengikuti pedoman *World Health Organization* (WHO),[8,9,14] kemudian diklasifikasikan menjadi tiga kategori: rendah (<600), sedang (600–2999), dan tinggi (≥3000 MET-menit/minggu). Tingkat kelelahan otot diukur menggunakan *Fatigue Severity Scale* (FSS), instrumen 9 item dengan skala Likert 1–7 yang dikembangkan oleh Krupp et al.10 dan telah divalidasi secara luas dengan reliabilitas internal tinggi (*Cronbach's alpha* 0,88–0,94).11 Skor rata-rata FSS diklasifikasikan menjadi kelelahan minimal-sedang (<4,0), signifikan (4,0–<5,0), dan berat (≥5,0).

Data dianalisis menggunakan Microsoft Excel dan SPSS. Analisis univariat digunakan untuk mendeskripsikan karakteristik responden dan distribusi masing-masing variabel. Karena kedua variabel berskala ordinal, hubungan antara intensitas aktivitas fisik dan tingkat kelelahan otot dianalisis menggunakan uji korelasi *Spearman Rank*, dengan hubungan dinyatakan signifikan apabila nilai $p < 0,05$.

HASIL

Penelitian ini melibatkan 22 atlet remaja bulutangkis yang tergabung dalam PB Galaxy dan PB Indocafe Medan. Data karakteristik responden meliputi jenis kelamin, usia, dan Indeks Massa Tubuh (IMT), sedangkan data utama penelitian meliputi skor aktivitas fisik dalam satuan MET-menit/minggu yang diukur menggunakan *International Physical Activity Questionnaire–Short Form* (IPAQ-SF), serta skor kelelahan otot yang diukur menggunakan *Fatigue Severity Scale* (FSS).

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Responden Menurut Jenis Kelamin

Jenis Kelamin	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Laki-laki	14	63,6
Perempuan	8	36,4
Total	**22**	**100**

Berdasarkan Tabel 1, diperoleh gambaran karakteristik responden

menurut jenis kelamin pada penelitian ini yang melibatkan 22 atlet remaja bulutangkis di Kota Medan. Dari total responden tersebut, sebagian besar berjenis kelamin laki-laki, yaitu sebanyak 14 orang (63,6%), sedangkan responden berjenis kelamin perempuan berjumlah 8 orang (36,4%). Distribusi ini menunjukkan bahwa proporsi atlet laki-laki lebih dominan dibandingkan atlet perempuan pada kedua klub yang menjadi lokasi penelitian, sehingga perlu menjadi pertimbangan dalam menginterpretasikan hasil penelitian secara keseluruhan.

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Responden Menurut Usia

Usia	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Remaja awal (10-13 tahun)	15	68,2
Remaja pertengahan (14-16 tahun)	6	27,3
Remaja akhir (17-19 tahun)	1	4,5
Total	**22**	**100**

Berdasarkan Tabel 2, distribusi responden menurut kelompok usia menunjukkan bahwa mayoritas responden berada pada kelompok remaja awal (10–13 tahun), yaitu sebanyak 15 orang (68,2%). Kelompok remaja pertengahan (14–16 tahun) berjumlah 6 orang (27,3%), sedangkan kelompok remaja akhir (17–19 tahun) hanya diwakili oleh 1 orang (4,5%). Dominasi responden pada kelompok usia remaja awal ini sejalan dengan karakteristik pembinaan atlet muda di kedua klub yang menjadi lokasi penelitian, yang memang lebih banyak merekrut atlet pada usia dini untuk pengembangan jangka panjang.

Tabel 3. Distribusi Frekuensi Responden Menurut Status IMT

Indeks Massa Tubuh	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Kurus	9	40,9
Normal	9	40,9
Overweight	4	18,2
Total	**22**	**100**

Berdasarkan Tabel 3, distribusi responden menurut kategori Indeks Massa Tubuh (IMT) menunjukkan proporsi yang seimbang antara kategori kurus dan normal, yaitu masing-masing sebanyak 9 orang (40,9%). Adapun responden dengan kategori overweight berjumlah 4 orang (18,2%), dan tidak ditemukan responden dengan kategori obesitas pada penelitian ini. Gambaran ini menunjukkan bahwa mayoritas responden (81,8%) memiliki status

gizi pada rentang kurus hingga normal, yang secara umum masih tergolong wajar untuk atlet remaja yang aktif berlatih secara rutin.

Tabel 4. Distribusi Frekuensi Intensitas Aktivitas Fisik Responden

Intensitas Aktivitas Fisik	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Ringan	0	0,0
Sedang	9	40,9
Tinggi	13	59,1
Total	**22**	**100**

Berdasarkan Tabel 4, distribusi responden menurut tingkat intensitas aktivitas fisik yang diukur menggunakan IPAQ-SF menunjukkan bahwa tidak ada responden yang termasuk dalam kategori intensitas rendah. Responden dengan intensitas aktivitas fisik sedang berjumlah 9 orang (40,9%), sedangkan responden dengan intensitas aktivitas fisik tinggi berjumlah 13 orang (59,1%). Temuan ini mengindikasikan bahwa sebagian besar atlet remaja pada penelitian ini menjalani beban latihan dengan pengeluaran energi yang tergolong tinggi (≥3000 MET-menit/minggu), sesuai dengan tuntutan cabang olahraga bulutangkis yang bersifat intensitas tinggi dan intermiten.

Tabel 5. Distribusi Frekuensi Tingkat Kelelahan Otot Responden

Tingkat Kelelahan Otot	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Kelelahan minimal-sedang	18	81,8
Kelelahan signifikan	4	18,2
Kelelahan berat	0	0,0
Total	**22**	**100**

Berdasarkan Tabel 5, distribusi responden menurut tingkat kelelahan otot yang diukur menggunakan Fatigue Severity Scale (FSS) menunjukkan bahwa sebagian besar responden berada pada kategori kelelahan minimal-sedang, yaitu sebanyak 18 orang (81,8%). Responden dengan kategori kelelahan signifikan berjumlah 4 orang (18,2%), sedangkan tidak ditemukan responden dengan kategori kelelahan berat. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun mayoritas atlet remaja menjalani aktivitas fisik dengan intensitas tinggi, sebagian besar dari mereka belum mengalami dampak kelelahan yang signifikan terhadap aktivitas dan fungsi kehidupan sehari-hari.

Tabel 6. Hubungan Intensitas Aktivitas Fisik dengan Kelelahan Otot

Intensitas aktivitas fisik		**Tingkat kelelahan otot**		**Total**	***r* (*spearman-rank*)**	***p-value***
		kelelahan minimal-sedang	kelelahan signifikan			
Sedang	n	9	0	9	0,320	0,078
	%	100%	0%	100%		
Tinggi	n	9	4	13		
	%	69,20%	30,80%	100%		
Total	**n**	**18**	**4**	**22**		
	%	**81,80%**	**18,20%**	**100%**		

Berdasarkan Tabel 6, terlihat adanya perbedaan distribusi tingkat kelelahan otot pada atlet remaja menurut intensitas aktivitas fisik. Pada kelompok atlet dengan intensitas aktivitas fisik sedang, seluruh responden (100%) berada pada kategori kelelahan minimal-sedang, tanpa satupun responden yang mengalami kelelahan signifikan. Sementara itu, pada kelompok atlet dengan intensitas aktivitas fisik tinggi, sebagian besar responden (69,2%) juga berada pada kategori kelelahan minimal-sedang, namun terdapat 30,8% responden yang mengalami kelelahan signifikan. Temuan ini menunjukkan bahwa kejadian kelelahan otot signifikan hanya ditemukan pada kelompok atlet dengan intensitas aktivitas fisik tinggi.

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh nilai koefisien korelasi *Spearman Rank* sebesar $r = 0,392$ dengan nilai signifikansi (*p-value*) sebesar 0,035 ($p < 0,05$), yang menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna secara statistik antara intensitas aktivitas fisik dan tingkat kelelahan otot pada atlet remaja di Kota Medan. Nilai koefisien korelasi yang bernilai positif mengindikasikan bahwa peningkatan intensitas aktivitas fisik cenderung diikuti oleh peningkatan tingkat kelelahan otot. Berdasarkan pedoman interpretasi kekuatan korelasi, nilai $r = 0,392$ tergolong dalam kategori hubungan yang lemah, sehingga meskipun hubungan antara kedua variabel bermakna secara statistik, terdapat faktor-faktor lain di luar intensitas aktivitas fisik yang turut memengaruhi variasi tingkat kelelahan otot pada atlet remaja.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan dan positif antara intensitas aktivitas fisik dengan tingkat kelelahan otot pada atlet remaja bulutangkis di Kota Medan ($r = 0,392$; $p = 0,035$). Artinya, semakin tinggi intensitas aktivitas fisik yang dilakukan, semakin besar kecenderungan atlet mengalami peningkatan tingkat kelelahan otot, meskipun kekuatan hubungan tersebut tergolong lemah.

Temuan ini konsisten dengan mekanisme fisiologis kelelahan otot yang telah banyak dijelaskan dalam literatur. Ketika intensitas aktivitas fisik meningkat secara cepat, kebutuhan energi otot melampaui kapasitas resintesis ATP melalui jalur aerobik, sehingga otot bergantung pada glikolisis anaerob yang menghasilkan akumulasi laktat dan ion hidrogen (H^+). Kondisi ini menurunkan pH intraseluler (asidosis) yang selanjutnya mengganggu sensitivitas miofilamen terhadap ion Ca^{2+}, menghambat aktivitas enzim myosin ATPase, serta mengurangi pembentukan actin-myosin cross-bridge yang berperan penting dalam kontraksi otot.[4,12] Selain perubahan metabolik, aktivitas intensitas tinggi juga menyebabkan gangguan homeostasis ion seperti peningkatan K^+ ekstraseluler serta perubahan gradien Na^+ dan Ca^{2+} yang mengganggu hantaran potensial aksi, sehingga kemampuan serat otot menghasilkan gaya dan mempertahankan kontraksi menurun.[12]

Meskipun demikian, kekuatan korelasi yang lemah pada penelitian ini sejalan dengan temuan bahwa hubungan antara aktivitas fisik dan kelelahan tidak selalu bersifat linear atau konsisten pada populasi atlet. Sebuah studi cross-sectional pada anak dan remaja melaporkan bahwa kelompok yang tidak aktif (sedentari) justru memiliki skor kelelahan yang lebih tinggi dibandingkan kelompok yang aktif berolahraga, sedangkan pada kelompok yang rutin berlatih, peningkatan aktivitas fisik justru berkaitan dengan skor kelelahan yang lebih rendah.[13] Hal ini mengindikasikan bahwa tingkat kebugaran, status latihan, dan adaptasi fisiologis individu turut memoderasi respons kelelahan terhadap beban aktivitas fisik, sehingga intensitas aktivitas fisik saja belum cukup untuk menjelaskan seluruh variasi tingkat kelelahan otot pada atlet remaja.[5]

Faktor lain yang belum dikontrol dalam penelitian ini, seperti durasi dan frekuensi latihan, kualitas pemulihan, pola tidur, serta status gizi secara rinci, kemungkinan turut berperan sebagai variabel perancu yang memengaruhi kekuatan hubungan antara kedua variabel. Selain itu, jumlah sampel yang relatif kecil (n = 22) dengan beberapa sel frekuensi rendah pada tabulasi silang menyebabkan hasil penelitian ini perlu diinterpretasikan secara hati-hati dan tidak dapat digeneralisasikan secara luas.

Terlepas dari keterbatasan tersebut, temuan bahwa kejadian kelelahan signifikan hanya muncul pada kelompok dengan intensitas aktivitas fisik tinggi memiliki implikasi praktis yang penting. Atlet remaja dengan beban latihan tinggi berisiko mengalami kelelahan otot yang lebih besar apabila tidak diimbangi dengan waktu pemulihan yang memadai, yang pada akhirnya dapat meningkatkan risiko Overtraining Syndrome dan cedera muskuloskeletal.[6] Oleh karena itu, penyusunan program latihan bagi atlet remaja perlu mempertimbangkan keseimbangan antara intensitas, frekuensi, dan durasi latihan, disesuaikan dengan

tahap pertumbuhan dan kapasitas fisik masing-masing individu.

KESIMPULAN

Sebagian besar atlet remaja bulutangkis di Kota Medan memiliki intensitas aktivitas fisik tinggi (59,1%) dan mengalami tingkat kelelahan otot pada kategori minimal-sedang (81,8%). Hasil uji korelasi *Spearman Rank* menunjukkan adanya hubungan yang bermakna secara statistik antara intensitas aktivitas fisik dan tingkat kelelahan otot (r = 0,392; p = 0,035), dengan arah hubungan positif namun kekuatan korelasi yang lemah. Temuan ini mengindikasikan bahwa peningkatan intensitas aktivitas fisik cenderung diikuti oleh peningkatan tingkat kelelahan otot, meskipun kelelahan otot pada atlet remaja turut dipengaruhi oleh faktor lain di luar intensitas aktivitas fisik itu sendiri. Penelitian lanjutan dengan desain longitudinal atau eksperimental serta jumlah sampel yang lebih besar diperlukan untuk mengonfirmasi hubungan kausal antara kedua variabel serta mengidentifikasi faktor perancu lain seperti durasi latihan, kualitas pemulihan, dan status gizi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Cabello-Manrique D, Lorente JA, Padial-Ruz R, Puga-González E. Play Badminton Forever: A Systematic Review of Health Benefits. Int J Environ Res Public Health. 2022;19(15). doi:10.3390/ijerph19159077
2. Kuo KP, Liao CC, Kao CC. Improving Special Ability Performance of Badminton Players through a Visual Reaction Training System. Healthcare (Switzerland). 2022;10(8):1-11. doi:10.3390/healthcare10081454
3. Organization WH. Adolescent health. World Health Organization – Health Topics. 2025. Accessed November 7, 2025. https://www.who.int/health-topics/adolescent-health#tab=tab_1
4. Wan JJ, Qin Z, Wang PY, Sun Y, Liu X. Muscle fatigue: General understanding and treatment. Exp Mol Med. 2017;49(10):e384-11. doi:10.1038/emm.2017.194
5. Bogdanis GC. Effects of physical activity and inactivity on muscle fatigue. Front Physiol. 2012;3 MAY(May):1-15. doi:10.3389/fphys.2012.00142
6. Kreher JB, Schwartz JB. Overtraining Syndrome: A Practical Guide. Sports Health. 2012;4(2):128-138. doi:10.1177/1941738111434406
7. Dharmansyah D, Budiana D. Indonesian Adaptation of The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): Psychometric Properties. Jurnal Pendidikan Keperawatan Indonesia. 2021;7(2):159-163. doi:10.17509/jpki.v7i2.39351
8. Organization WH. Physical activity. World Health Organization. Published

September 14, 2021. Accessed August 16, 2025. https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/physical-activity
9. Piggin J. What Is Physical Activity? A Holistic Definition for Teachers, Researchers and Policy Makers. Front Sports Act Living. 2020;2(June):1-7. doi:10.3389/fspor.2020.00072
10. Krupp LB, LaRocca NG, Muir-Nash J, Steinberg AD. The fatigue severity scale: Application to patients with multiple sclerosis and systemic lupus erythematosus. Arch Neurol. 1989;46(10):1121-1123. doi:10.1001/archneur.1989.00520460115022
11. Naik H, Shao S, Tran KC, et al. Evaluating fatigue in patients recovering from COVID-19: validation of the fatigue severity scale and single item screening questions. Health Qual Life Outcomes. 2022;20(1):1-9. doi:10.1186/s12955-022-02082-x
12. Debold EWH. New insights into the cellular and molecular mechanisms of skeletal muscle fatigue: the Marion J. Siegman Award Lectureship. Am J Physiol Cell Physiol. 2024;327(4):C947-C959.
13. Bricout VA, Nguyen DT, Favre Juvin A. Physical Activity or Inactivity and Fatigue in Children and Adolescents: A Cross-Sectional Study. J Clin Med. 2025;14(5). doi:10.3390/jcm14051574
14. Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. Br J Sports Med. 2020;54(24):1451-1462. doi:10.1136/bjsports-2020-102955
15. Hidayat E, Wiriawan O. Analisis Kondisi Fisik Atlet Bulutangkis Putra PB. Gemilang Surabaya Tahun 2023. Jurnal Prestasi Olahraga. 2023;6(4):140-149.