

# SKRIPSI

## ANALISIS PENGARUH TEMPO MUSIK TERHADAP TINGKAT KELELAHAN, RESPON FISIOLOGIS DAN PERFORMANSI FISIK

Disusun dan diajukan oleh:

**TEGAR IKHWANUL DZIKRI**  
**D071 19 1080**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS HASANUDDIN**  
**GOWA**  
**2024**



## **SKRIPSI**

# **ANALISIS PENGARUH TEMPO MUSIK TERHADAP TINGKAT KELELAHAN, RESPON FISILOGIS DAN PERFORMANSI FISIK**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**TEGAR IKHWANUL DZIKRI  
D071 19 1080**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2024**



## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

### ANALISIS PENGARUH TEMPO MUSIK TERHADAP TINGKAT KELELAHAN, RESPON FISILOGIS DAN PERFORMANSI FISIK

Disusun dan diajukan oleh

**Tegar Ikhwanul Dzikri**  
**D071191080**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada tanggal 15 Mei 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Ir. Retnari Dian Mudiastuti, ST., M.Si, IPM  
NIP 19750507 200501 2 002

Ir. Megasari Kurnia, ST., MT.  
NIP 19950729 202201 6 001

Ketua Program Studi,



Ir. Kifayah Amar, S.T., M.Sc., Ph.D, IPU  
NIP 19740621 200604 2 001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Tegar Ikhwanul Dzikri

NIM : D071191080

Program Studi : Teknik Industri

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

### **Analisis Pengaruh Tempo Musik Terhadap Tingkat Kelelahan, Respon Fisiologis dan Performansi Fisik**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 15 Mei 2024



Menyatakan

Tegar Ikhwanul Dzikri

## ABSTRAK

**TEGAR IKHWANUL DZIKRI.** *Analisis Pengaruh Tempo Musik Terhadap Tingkat Kelelahan, Respon Fisiologis dan Performansi Fisik* (dibimbing oleh Ir. Retnari Dian Mudiastuti, ST., M.Si dan Ir. Megasari Kurnia, ST., MT)

Musik telah lama menjadi bagian dari kehidupan manusia. Para ahli menyebutkan musik dapat mempengaruhi psikologi dan fisiologi manusia. Musik telah ditemukan memengaruhi motivasi, kecepatan gerakan, dan persepsi kelelahan selama latihan fisik. Namun, dampak tempo musik secara spesifik terhadap kelelahan fisiologis, respon fisiologis dan performansi fisik masih kurang dipahami. Tujuan penelitian ini adalah menganalisa pengaruh tempo musik terhadap tingkat kelelahan fisiologis, respon fisiologis, dan performansi fisik selama aktivitas anaerobik yang intens. Penelitian ini menggunakan metode pengukuran asam laktat, pengukuran denyut jantung dan denyut jantung pemulihan (HRR), serta *Running-Based Anaerobic Sprint Test* (RAST) untuk memahami pengaruh tempo musik terhadap kelelahan fisiologis, respon fisiologis dan performansi fisik.

Hasil penelitian ini menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antara musik tempo cepat, musik tempo pelan, dan tanpa musik terhadap tingkat kelelahan; semua asam laktat responden berada dalam kategori “lelah”. Respon fisiologis, seperti denyut jantung menunjukkan perbedaan signifikan antara musik tempo cepat dan tanpa musik. Terdapat pula perbedaan denyut jantung yang signifikan antara musik tempo cepat dan musik tempo pelan. Selain itu, terdapat perbedaan respon fisiologis HRR yang signifikan antara ketiga stimulus. Selanjutnya penelitian ini menunjukkan terdapat perbedaan signifikan dalam performansi fisik, seperti *power* maksimum, *power* rata-rata, dan *fatigue index*. Pada *power* maksimum terdapat perbedaan yang signifikan antara ketiga stimulus. *Power* rata-rata hanya terdapat perbedaan yang signifikan antara musik tempo pelan dan musik tempo cepat. *Fatigue index* menunjukkan perbedaan yang signifikan antara musik tempo cepat dan musik tempo pelan. Terdapat pula perbedaan *fatigue index* yang signifikan antara musik tempo cepat dan tanpa musik.

Kata Kunci: Tempo Musik, Asam Laktat, Denyut Jantung, Denyut Jantung Pemulihan (HRR), *Running-Based Anaerobic Sprint Test* (RAST)



## ABSTRACT

**TEGAR IKHWANUL DZIKRI.** *Analysis of the Effect of Music Tempo on Fatigue Level, Physiological Response, and Physical Performance* (supervised by Ir. Retnari Dian Mudiastuti, ST., M.Si and Ir. Megasari Kurnia, ST., MT)

*Music has long been a part of human life. Experts state that music can influence human psychology and physiology. Studies have shown that music can influence motivation, movement speed, and perception of fatigue during physical exercise. However, the specific impact of music tempo on physical fatigue, response and performance remains unclear. This study investigates the effect of music tempo on physical fatigue levels, physiological response, and physical performance during intense anaerobic activity. This research utilizes methods such as lactate measurement, heart rate measurement, heart rate recovery (HRR), and Running-Based Anaerobic Sprint Test (RAST) to understand the effect of music tempo on physical fatigue, physiological response, and physical performance.*

*The results of this study show no significant difference between fast tempo music, slow tempo music, and no music on fatigue levels; all respondents lactate level were categorized as “fatigued”. Physiological responses, such as heart rate, differed significantly between participants exposed to fast tempo music and those exposed to no music. There is also a significant difference in heart rate between fast tempo music and slow tempo music. Additionally, there are significant differences in HRR physiological responses between the three stimuli. Furthermore, the study indicates significant differences in physical performance, such as maximum power, average power, and fatigue index. Maximum power shows significant differences between the three stimuli. Average power only shows significant differences between slow tempo music and fast tempo music. The fatigue index shows significant differences between fast tempo music and slow tempo music. There are also significant differences in the fatigue index between fast tempo music and no music.*

**Keywords:** *Music Tempo, Lactic Acid, Heart Rate, Heart Rate Recovery (HRR), Running-Based Anaerobic Sprint Test (RAST)*



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah *Subhaanahu wa ta'ala*, dengan izin-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir “Skripsi” ini yang berjudul “Analisis Pengaruh Tempo Musik Terhadap Tingkat Kelelahan, Respon Fisiologis dan Performansi Fisik” sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana (S.T) pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Adapun skripsi ini mengenai analisis terhadap data kelelahan fisiologis, respon fisiologis dan performansi fisik dari 8 responden pada stimulus musik dengan tempo berbeda. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak akan berhasil dengan baik tanpa adanya bimbingan, saran, dan motivasi dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini saya mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Allah *Subhaanahu wa ta'ala*, atas berkah dan rahmat-Nya yang tidak pernah putus kepada penulis.
2. Orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan doa, dukungan serta motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
3. Pimpinan kampus tercinta dan jajarannya serta secara khusus kampus Universitas Hasanuddin yang memberikan kesempatan kepada penulis untuk menempuh pendidikan di kampus terbaik ini. Terima kasih atas segala fasilitas yang sudah diberikan kepada penulis dan mahasiswa lainnya.
4. Ibu Ir. Retnari Dian Mudiastuti, S.T., M.Si., IPM selaku pembimbing I dan Ibu Ir. Megasari Kurnia, S.T., M.T., IPM selaku pembimbing II dalam menyusun Tugas Akhir ini, terima kasih banyak atas bimbingan dan bantuannya selama proses penyusunan skripsi ini dimulai dari awal hingga selesai
5. Ibu Ir. Kifayah Amar, S.T., M.Sc., Ph.D, IPU selaku Ketua Departemen Teknik Industri.



Dr. Ir. Syarifuddin M. Parenreng, S.T., M.T., IPU dan Ibu Ir. A. Besse ni Indah, S.T., M.T., IPM selaku penguji yang telah memberikan saran dan saran dalam perbaikan Tugas Akhir saya.

7. Dosen-dosen serta teman-teman Zemi Class Laboratorium Perancangan Sistem Kerja, Ergonomi dan K3 yang telah memberi masukan selama penyusunan proposal penelitian.
8. Bapak dan Ibu dosen serta staf Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
9. Teman-Teman OLDU MKS (khususnya Tatu, Pipo, Mapud, Mukhlis & Fakhran) yang menjadi tempat bercerita, berbagi informasi, dan bercanda-gurau selama berkuliah dan selama proses penyelesaian skripsi.
10. Teman-teman HEURIZTIC19 (khususnya Hamsah, Mufti dan Rhifqi) yang selalu memberi semangat dan dukungan, serta kebersamaan yang diberikan hingga saat ini.
11. Teman-teman asisten Laboratorium Perancangan Sistem Kerja Ergonomi dan K3.
12. Teman-teman beserta semua pihak yang telah mendukung dan membantu serta menyemangati dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Karena keterbatasan pengetahuan, penulis yakin skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik dari para pembaca untuk kesempurnaan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat menambah pengetahuan dan pemahaman bagi para pembaca, serta dapat diterima dan bermanfaat bagi penulis dan siapapun orang dan kalangannya yang membutuhkan referensi dari penelitian ini. Semoga penelitian ini diberkahi oleh Allah dan memaafkan penulis jika ada hal yang dibenci-Nya yang berkaitan dengan penelitian/skripsi ini.

Gowa, 15 Mei 2024

Penulis



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN .....	iii
ABSTRAK .....	iv
<i>ABSTRACT</i> .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Masalah .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Musik .....	6
2.2 Tempo Musik .....	7
2.3 Kelelahan Kerja .....	8
2.4 Performansi .....	10
2.5 Latihan Anaerobik .....	11
2.6 <i>Running-Based Anaerobic Sprint Test (RAST)</i> .....	12
2.7 <i>Heart Rate</i> .....	15
2.8 <i>Heart Rate Recovery</i> .....	16
2.9 Asam Laktat .....	17
2.10 Penelitian Terdahulu .....	19
BAB III METODE PENELITIAN .....	24
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian .....	24
a. Teknik Penelitian .....	24
b. Metode Pengumpulan Data .....	25
c. Prosedur Pengambilan Data .....	28



3.5	Prosedur Penelitian .....	31
3.6	Alur Penelitian .....	32
3.7	Kerangka Pikir .....	33
BAB IV PENGOLAHAN DATA .....		36
4.1	Karakteristik Responden Penelitian .....	36
4.2	Kelelahan Fisiologis.....	36
4.3	Respon Fisiologis.....	39
4.4	Performansi Fisik .....	41
4.5	Uji Statistik .....	55
BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN.....		68
5.1	Hubungan Tempo Musik Terhadap Kelelahan Fisiologis.....	68
5.2	Hubungan Tempo Musik Terhadap Respon Fisiologis.....	69
5.3	Hubungan Tempo Musik Terhadap Performansi Fisik.....	72
BAB VI KESIMPULAN & SARAN.....		75
6.1	Kesimpulan.....	75
6.2	Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA .....		77
LAMPIRAN .....		81



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Reaksi Kimia Pembentukan Energi pada Sistem Phosphagen (ATP-PC).....	12
Gambar 2 Reaksi Kimia Pembentukan Energi pada Sistem Glikolisi.....	12
Gambar 3 Trek <i>Running-Based Anaerobic Sprint Test</i> (RAST).....	13
Gambar 4 <i>Earphone</i> dan <i>MP3 Player</i> .....	26
Gambar 5 <i>Polar Smartwatch M200</i> .....	27
Gambar 6 <i>Roche Accutrend Plus Lactate Device</i> .....	28
Gambar 7 Pengaturan Lintasan Berlari.....	29
Gambar 8 Alur Penelitian.....	32
Gambar 9 Kerangka Pikir.....	34
Gambar 10 Kondisi <i>Heart Rate</i> per 30 Detik pada Tiga Stimulus Musik Berbeda .....	39
Gambar 11 Kondisi <i>Heart Rate</i> per 30 detik di Fase <i>Recovery</i> pada Tiga Stimulus Musik Berbeda .....	40
Gambar 12 <i>Mean Heart Rate</i> pada Tiga Stimulus Musik Berbeda .....	59
Gambar 13 <i>Mean Heart Rate Recovery</i> pada Tiga Stimulus Musik Berbeda.....	61
Gambar 14 Data <i>Anaerobic Power</i> pada Tiga Stimulus Musik Berbeda .....	65
Gambar 15 Data <i>Mean Fatigue Index</i> pada Tiga Stimulus Musik Berbeda .....	67



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penelitian Terdahulu.....	19
Tabel 2. Judul Musik yang Digunakan .....	25
Tabel 3 Prosedur Pengambilan Data.....	29
Tabel 4. Karakteristik Responden Penelitian .....	36
Tabel 5. Kadar Asam Laktat Mula-mula pada Stimulus Musik Berbeda .....	37
Tabel 6. Kadar Asam Laktat <i>Post</i> -RAST pada Stimulus Musik Berbeda .....	37
Tabel 7. Kadar Asam Laktat <i>Post-recovery</i> pada Stimulus Musik Berbeda.....	38
Tabel 8. <i>Heart Rate</i> pada Stimulus Musik Berbeda .....	40
Tabel 9. <i>Heart Rate Recovery</i> pada Stimulus Musik Berbeda .....	41
Tabel 10. Hasil Uji RAST Stimulus Tanpa Musik Responen 1 .....	42
Tabel 11. Hasil Uji RAST Stimulus Tanpa Musik Responen 2 .....	43
Tabel 12. Hasil Uji RAST Stimulus Tanpa Musik Responen 3 .....	43
Tabel 13. Hasil Uji RAST Stimulus Tanpa Musik Responen 4 .....	43
Tabel 14. Hasil Uji RAST Stimulus Tanpa Musik Responen 5 .....	44
Tabel 15. Hasil Uji RAST Stimulus Tanpa Musik Responen 6 .....	44
Tabel 16. Hasil Uji RAST Stimulus Tanpa Musik Responen 7 .....	45
Tabel 17. Hasil Uji RAST Stimulus Tanpa Musik Responen 8 .....	45
Tabel 18. Hasil Uji RAST Stimulus Musik Cepat Responen 1.....	46
Tabel 19. Hasil Uji RAST Stimulus Musik Cepat Responen 2.....	46
Tabel 20. Hasil Uji RAST Stimulus Musik Cepat Responen 3.....	46
Tabel 21. Hasil Uji RAST Stimulus Musik Cepat Responen 4.....	47
Tabel 22. Hasil Uji RAST Stimulus Musik Cepat Responen 5.....	47
Tabel 23. Hasil Uji RAST Stimulus Musik Cepat Responen 6.....	48
Tabel 24. Hasil Uji RAST Stimulus Musik Cepat Responen 7.....	48
Tabel 25. Hasil Uji RAST Stimulus Musik Cepat Responen 8.....	48
Tabel 26. Hasil Uji RAST Stimulus Musik Pelan Responen 1 .....	49
Tabel 27. Hasil Uji RAST Stimulus Musik Pelan Responen 2 .....	49
Hasil Uji RAST Stimulus Musik Pelan Responen 3 .....	50
Hasil Uji RAST Stimulus Musik Pelan Responen 4 .....	50
Hasil Uji RAST Stimulus Musik Pelan Responen 5 .....	50



Tabel 31. Hasil Uji RAST Stimulus Musik Pelan Responen 6 .....	51
Tabel 32. Hasil Uji RAST Stimulus Musik Pelan Responen 7 .....	51
Tabel 33. Hasil Uji RAST Stimulus Musik Pela Responen 8 .....	52
Tabel 34. <i>Power</i> Minimum pada Ketiga Jenis Musik .....	52
Tabel 35. <i>Power</i> Maksimum pada Ketiga Jenis Musik .....	53
Tabel 36. <i>Power</i> Rata-Rata pada Ketiga Jenis Musik .....	54
Tabel 37. <i>Fatigue Index</i> pada Ketiga Jenis Musik .....	54
Tabel 38. Hasil Uji Normalitas Kadar Asam Laktat Mula-mula.....	55
Tabel 39. Hasil Uji <i>Sphericity</i> Asam Laktat Mula-mula .....	56
Tabel 40. Hasil Uji Hipotesis Mula-mula .....	56
Tabel 41. Hasil Uji Normalitas Kadar Asam Laktat <i>Post</i> -RAST.....	56
Tabel 42. Hasil Uji <i>Sphericity</i> Asam Laktat <i>Post</i> -RAST.....	57
Tabel 43. Hasil Uji Hipotesis Asam Laktat <i>Post</i> -RAST.....	57
Tabel 44. Hasil Uji Normalitas Kadar Asam Laktat <i>Post-recovery</i> .....	57
Tabel 45. Hasil Uji <i>Sphericity</i> Asam Laktat <i>Post-recovery</i> .....	58
Tabel 46. Hasil Uji Hipotesis Asam Laktat <i>Post-recovery</i> .....	58
Tabel 47. Hasil Uji Normalitas <i>Heart Rate</i> .....	58
Tabel 48. Hasil Uji <i>Sphericity Heart Rate</i> .....	59
Tabel 49. Hasil Uji Hipotesis <i>Heart Rate</i> .....	59
Tabel 50. Hasil Uji <i>Pairwise Comparison Heart Rate</i> .....	59
Tabel 51. Hasil Uji Normalitas <i>Heart Rate Recovery</i> .....	60
Tabel 52. Hasil Uji <i>Sphericity Heart Rate Recovery</i> .....	60
Tabel 53. Hasil Uji Hipotesis <i>Heart Rate Recovery</i> .....	60
Tabel 54. Hasil Uji <i>Pairwise Comparison Heart Rate Recovery</i> .....	61
Tabel 55. Hasil Uji Normalitas <i>Power</i> Minimum .....	62
Tabel 56. Hasil Uji <i>Sphericity Power</i> Minimum.....	62
Tabel 57. Hasil Uji Hipotesis <i>Power</i> Minimum.....	62
Tabel 58. Hasil Uji Normalitas <i>Power</i> Maksimum .....	63
Tabel 59. Hasil Uji <i>Sphericity Power</i> Maksimum.....	63
Hasil Uji Hipotesis <i>Power</i> Maksimum.....	63
Hasil Uji <i>Pairwise Comparison Power</i> Maksimum.....	64
Hasil Uji Normalitas <i>Power</i> Rata-Rata .....	64



Tabel 63. Hasil Uji <i>Sphericity Power</i> Rata-Rata.....	64
Tabel 64. Hasil Uji Hipotesis <i>Power</i> Rata-Rata.....	65
Tabel 65. Hasil Uji <i>Pairwise Comparison Power</i> Rata-Rata.....	65
Tabel 66. Hasil Uji Normalitas <i>Fatigue Index</i> .....	66
Tabel 67. Hasil Uji <i>Sphericity Fatigue Index</i> .....	66
Tabel 68. Hasil Uji Hipotesis <i>Fatigue Index</i> .....	66
Tabel 69. Hasil Uji <i>Pairwise Comparison Fatigue Index</i> .....	67



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Persetujuan Responden.....	81
Lampiran 2 Lembar Pengamatan.....	82
Lampiran 3 Dokumentasi.....	83



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Musik telah lama menjadi bagian integral dari kehidupan manusia, musik dapat mempengaruhi suasana hati, emosi, dan bahkan interaksi sosial. Dalam beberapa tahun terakhir, musik ditemukan memiliki dampak yang signifikan pada performansi fisik dan reaksi fisiologis individu. Penelitian mengenai pengaruh musik terhadap aspek-aspek ini terus berkembang, dengan banyak penelitian yang berfokus pada elemen-elemen spesifik dalam musik.

Salah satu elemen penting dalam musik adalah tempo, yaitu kecepatan pergerakan ritmik atau denyut dalam sebuah komposisi musik. Menurut (Hidayatullah & Hasyimkan, 2016) Tempo adalah cepat lambatnya hitungan (ketukan) dalam suatu lagu. Tempo juga diartikan sebagai waktu, kecepatan dalam ukuran langkah tertentu. Tempo memiliki peran sentral dalam membentuk ritme dan energi dalam suatu lagu, serta dapat memengaruhi kecepatan dan intensitas aktivitas fisik seseorang. Musik dengan tempo yang cepat dan ritme yang kuat memiliki efek stimulatif yang kuat yang mampu menciptakan rangsangan yang besar. Musik dengan tempo cepat dapat meningkatkan fokus pada aktivitas dan memblokir gangguan lebih baik daripada musik lambat. Selain itu, sinkronisasi ketukan atau tempo musik dengan gerakan dapat terkoordinasi lebih baik pada tempo yang cepat (Thakur & Yardi, 2013).

Penelitian-penelitian sebelumnya telah mengungkapkan bahwa pemberian musik dapat memiliki dampak yang signifikan terhadap performansi olahraga dan reaksi fisiologis. Pemberian musik pada latihan telah dikaitkan dengan peningkatan motivasi, peningkatan kecepatan gerakan, dan penurunan persepsi kelelahan selama latihan. Namun, terdapat pula penelitian yang tidak menemukan adanya dampak dari pemberian musik terhadap performansi fisik.

Kelelahan menjadi faktor kritis dalam berbagai aktivitas fisik, baik dalam olahraga, pekerjaan fisik, maupun aktivitas sehari-hari. Kelelahan ini menimbulkan fenomena terjadinya penurunan efisiensi, performa kerja, dan akhirnya kekuatan atau ketahanan fisik tubuh untuk terus melanjutkan



kegiatan yang harus dilakukan. Tingkat kelelahan seseorang dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti usia, status gizi, posisi kerja, beban kerja, masa kerja, dan lama kerja. Sedangkan performa (*performance*), dapat dihubungkan dengan kinerja atau penampilan. Performa dapat memperlihatkan sejauh mana individu ataupun kelompok menafsirkan tentang kinerja sebagai suatu pencapaian yang relevan dengan tujuan tertentu. Performansi fisik, mencakup aspek-aspek seperti kecepatan, daya tahan, dan efisiensi gerakan.

Latihan fisik adalah kegiatan yang dilakukan dengan tujuan meningkatkan atau mempertahankan kebugaran fisik dan kesehatan tubuh. Latihan fisik dapat dilakukan dalam berbagai bentuk, intensitas, dan tujuan, dan memiliki manfaat yang luas bagi kesejahteraan manusia. Berdasarkan sifat dan mekanisme energi yang digunakan oleh tubuh selama pelaksanaannya latihan fisik dibagi menjadi latihan aerobik dan anaerobik. Latihan aerobik adalah jenis latihan fisik yang melibatkan aktivitas fisik dengan intensitas rendah hingga sedang yang berlangsung dalam waktu yang lebih lama dimana oksigen digunakan oleh tubuh untuk menghasilkan energi. Sedangkan latihan anaerobik, di sisi lain, melibatkan aktivitas fisik yang memiliki intensitas tinggi dan biasanya berlangsung dalam waktu yang lebih singkat. Selama latihan anaerobik, tubuh tidak mampu menyediakan oksigen dalam jumlah yang cukup untuk memenuhi kebutuhan energi, sehingga ia mengandalkan cadangan energi yang tersimpan dalam otot, seperti ATP (*adenosine triphosphate*) dan kreatin fosfat. Beberapa latihan anaerobik termasuk angkat beban, latihan kekuatan, *sprint* pendek, dan latihan interval intensitas tinggi. Latihan anaerobik dapat membantu meningkatkan kekuatan otot, massa otot, dan daya tahan otot.

Salah satu metode pengukuran kelelahan fisiologis adalah dengan menggunakan pengukuran asam laktat. Akumulasi asam laktat dalam otot dapat menurunkan kemampuan otot untuk bekerja yang menyebabkan kontraksi otot menjadi semakin lemah. Sedangkan metode yang dapat digunakan untuk pengukuran performansi fisik pada latihan anaerobik adalah *Running-Based*

*c Sprint Test* (RAST). RAST telah dikembangkan untuk menguji anaerobik dengan menggunakan protokol *sprint* berulang sebanyak *i* lari sprint sepanjang 35 meter dengan selang waktu pemulihan 10 detik.



Metode ini dapat digunakan untuk mengukur *Maximum Power*, *Minimum Power*, *Average Power* dan *Fatigue Index*. *Heart rate* dan *Heart Rate Recovery* (HRR) juga dapat digunakan untuk melihat bagaimana respon fisiologis tubuh terhadap suatu rangsangan. Pemilihan metode tersebut sebagai kerangka kerja penelitian ini memberikan peluang untuk menginvestigasi dampak tempo musik terhadap kelelahan fisiologis, respon fisiologis dan performansi fisik selama periode aktivitas anaerobik yang intens.

Dalam keilmuan teknik industri, penelitian ini masuk ke dalam bidang ergonomi yaitu ilmu yang mempelajari interaksi kompleks antara aspek pekerjaan yang meliputi peralatan kerja, tatacara kerja, proses atau sistem kerja dan lingkungan kerja dengan kondisi fisik, fisiologis dan psikis manusia / karyawan. Penelitian ini berusaha untuk melihat bagaimana pengaruh perubahan pada lingkungan kerja (pemberian musik) terhadap kondisi fisiologis pekerja. Dalam dunia pekerjaan latihan anaerobik bermanfaat untuk meningkatkan kekuatan otot, daya tahan, dan mengurangi kelelahan terutama pada pekerjaan dengan mayoritas aktivitasnya merupakan aktivitas anaerobik yaitu pekerjaan yang memiliki intensitas tinggi dan durasi cepat seperti pekerjaan konstruksi, manual material handling, pekerjaan pertanian dan bekerja dengan alat berat atau pekerjaan yang repetitif lainnya.. Oleh karena itu, berdasarkan uraian di atas, penulis merasa tertarik untuk mengadakan penelitian sebagai tugas akhir dengan judul **“ANALISIS PENGARUH TEMPO MUSIK TERHADAP TINGKAT KELELAHAN, RESPON FISILOGIS DAN PERFORMANSI FISIK”**

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh pemberian musik dengan tempo berbeda terhadap tingkat kelelahan fisiologis, respon fisiologis dan performansi fisik?
2. Bagaimana pengaruh pemberian musik dengan tempo yang berbeda terhadap tingkat kelelahan fisiologis?



mana pengaruh pemberian musik dengan tempo yang berbeda terhadap n fisiologis?

4. Bagaimana pengaruh pemberian musik dengan tempo yang berbeda terhadap performansi fisik?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah

1. Mengetahui pengaruh pemberian musik dengan tempo berbeda terhadap tingkat kelelahan fisiologis, respon fisiologis dan performansi fisik
2. Menganalisis pengaruh pemberian musik dengan tempo berbeda terhadap tingkat kelelahan fisiologis.
3. Menganalisis pengaruh pemberian musik dengan tempo yang berbeda terhadap respon fisiologis.
4. Menganalisis pengaruh pemberian musik dengan tempo yang berbeda terhadap performansi fisik.

### 1.4 Manfaat Penelitian

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

1. Praktis  
Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan kepada masyarakat atau organisasi dalam pemilihan jenis musik pada saat bekerja ataupun berolahraga untuk mengurangi tingkat kelelahan dan meningkatkan performansi fisik pada saat bekerja.
2. Akademis  
Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kajian teoritis bidang ergonomi teknik industri khususnya dalam kajian tentang pengaruh pemberian musik dengan tempo berbeda terhadap tingkat kelelahan, respon fisiologis dan performansi fisik.



## 1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan kepada 8 mahasiswa anggota UKM Bola Basket Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang bersedia untuk mengikuti seluruh rangkaian penelitian.
2. Jenis musik yang diberikan adalah musik instrumental bergenre *electronic* dengan tempo pelan ( $\leq 80$  bpm) dan tempo cepat ( $\geq 120$  bpm).
3. Responden pada penelitian ini berada pada rentang usia 18-27 tahun dan berjenis kelamin pria.
4. Pengukuran tingkat kelelahan fisiologis dilakukan berdasarkan hasil kadar asam laktat pada anggota UKMT Bola Basket.
5. Pengukuran respon fisiologis dilakukan berdasarkan hasil pengukuran *heart rate* dan *heart rate recovery* pada anggota UKMT Bola Basket
6. Pengukuran performansi fisik dilakukan dengan mengukur *Maximum Power*, *Minimum Power*, *Average Power* dan *fatigue index* dengan Uji *Running-Based Anaerobic Sprint Test (RAST)* pada anggota UKMT Bola Basket.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Musik

Istilah "musik" berasal dari bahasa Yunani yaitu *mousike* (*tekhne*) yang diterjemahkan ke dalam bahasa Latin menjadi *musica*. Kata *mousike* berarti salah satu dari ilmu-ilmu seni yang diatur oleh *Muses*. Musik adalah salah satu cabang kesenian yang dapat dinikmati melalui bunyi dengan unsur-unsur melodi, harmoni, ritme dan irama sehingga menghasilkan nada-nada yang harmonis (Suharyanto, 2017). Menurut (Jamalus, 1988) musik adalah bentuk suatu hasil karya seni bunyi dalam bentuk lagu atau komposisi musik yang mengungkapkan pikiran dan perasaan penciptanya melalui unsur-unsur musik yaitu irama melodi, harmoni, bentuk dan struktur lagu dan ekspresi sebagai satu kesatuan. Menurut Banoe (2003) musik adalah cabang seni yang membahas dan menetapkan berbagai suara ke dalam pola-pola yang dapat dimengerti dan dipahami manusia. Menurut Bahari (2008) musik adalah ilmu pengetahuan dan seni tentang kombinasi ritmik dari nada-nada, baik vokal maupun instrumental, yang meliputi melodi dan harmoni sebagai ekspresi dari segala sesuatu yang ingin diungkapkan terutama aspek emosional (Khoiriyah & Sinaga, 2017).

Musik yang sinkron juga disebut sebagai faktor yang penting dalam meningkatkan efek positif musik. Sinkronisasi musik adalah kondisi dimana tempo musik disesuaikan dengan gerakan latihan. Gerakan dan irama musik dapat membentuk sinkronisasi audio motorik dimana peserta latihan dan stimulus auditori terosilasi sehingga tercipta gerakan ritmis. Salah satu properti yang dimiliki otak adalah *time form printing*, yang berfungsi menginisiasi gerakan ritmis berulang. Ketika *beat* sebuah musik didengar, *space form printing* sebagai salah satu fungsi memori akan mengingat *beat* musik terus menerus jika tidak ada stimulus lain yang diberikan. Ketika pola bentuk dan irama gerakan sudah tercipta, gerakan ini tidak membutuhkan atensi spesifik lebih lanjut. Usaha yang

menjadi tidak terasa dan efisiensi gerakan meningkat (Salsabila dkk.,



Secara fisiologis, musik berhubungan dengan indra pendengaran, namun secara psikologis musik berhubungan dengan berbagai fungsi psikis manusia seperti persepsi, abstraksi, mood dan berbagai fungsi psikologis lainnya. Perbedaan cepat-lambat tempo lagu contohnya, mempengaruhi persepsi terhadap rangsang pendengaran yang merujuk pada penafsiran makna yang berbeda. Penafsiran lagu bertempo cepat diartikan dengan sesuatu yang menggugah semangat dibandingkan lagu yang bertempo lambat. Pemilihan lagu bernada tinggi cenderung dipersepsi sebagai sesuatu yang mengandung emosi yang lebih kuat dibandingkan yang rendah (Khoiriyah & Sinaga, 2017).

Dalam sebuah penelitian menggunakan teknologi *Functional Magnetic Resonance Imaging* (fMRI) yang bertujuan mengidentifikasi wilayah otak yang aktif ketika seseorang mendengarkan musik yang menyenangkan. Ditemukan aktivasi dari struktur mesolimbik, yang mencakup nukleus accumbens, area tegmental ventral, hipotalamus, dan insula. Aktivasi hipotalamus ini bertanggung jawab atas regulasi respons autonom seperti denyut jantung dan pernapasan. Hal ini menjelaskan mekanisme neurologis di balik respons fisiologis yang seringkali memengaruhi denyut jantung dan pernapasan (Menon & Levitin, 2005).

## 2.2 Tempo Musik

Tempo adalah cepat lambatnya hitungan (ketukan) dalam suatu lagu. Tempo juga diartikan sebagai waktu, kecepatan dalam ukuran langkah tertentu. Alat untuk mengukur tempo disebut *metronome*. Tempo merupakan penentu sebuah ritme akan dimainkan cepat atau lambat, tergantung pada pengambilan kecepatan ketukan. Saat ini tempo diukur berdasarkan satuan “*beat per minute*” atau disingkat bpm (jumlah ketukan dalam satu menit). Berdasarkan bpm tempo musik dikategorikan sebagai berikut.

1. *Slow* (Lambat)
  - a. *Larghissimo* - sangat, sangat lambat (19 bpm dan di bawahnya)
  - b. *Grave* - lambat dan khidmat (20-40 bpm)
    - Ad libitum* - perlahan-lahan (40-45 bpm)
    - Adagio* – cukup lambat (45-50 bpm)
    - Andantino* - agak cukup lambat (50-55 bpm)



- f. *Adagio* - lambat dan megah (secara harfiah, “nyaman“) (55-65 bpm)
  - g. *Adagietto* - agak lambat (65-69 bpm)
  - h. *Andante Moderato* - sedikit lebih lambat dari andante (69-72 bpm)
  - i. *Andante* - pada kecepatan berjalan (73-77 bpm)
  - j. *Andantino* - sedikit lebih cepat daripada andante (78-83 bpm)
  - k. *Marcia moderato* - cukup, dalam kecepatan berbaris/pawai (83-85bpm)
  - l. *Moderato* - cukup (86-97 bpm)
2. *Fast* (Cepat)
- a. *Accelerando* - secara bertahap makin cepat
  - b. *Allegretto* - cukup cepat (98-109 bpm)
  - c. *Allegro* - cepat , cepat dan ceria (109-132 bpm)
  - d. *Vivace* - cepat dan hidup (132-140 bpm)
  - e. *Vivacissimo* - sangat cepat dan hidup (140-150 bpm)
  - f. *Allegroissimo* - sangat cepat (150-167 bpm)
  - g. *Presto* – sungguh sangat cepat (168-177 bpm)
  - i. *Prestissimo* - lebih cepat dari Presto (178 bpm dan lebih cepat)

(Hidayatullah & Hasyimkan, 2016).

Musik dengan tempo yang cepat dan ritme yang kuat memiliki efek stimulatif yang kuat yang mampu menciptakan rangsangan yang besar. Terdapat hubungan yang positif antara tempo musik terhadap rangsangan yaitu semakin cepat tempo semakin besar intensitas rangsangan. Musik dengan tempo cepat dapat meningkatkan fokus pada aktivitas dan memblokir gangguan lebih baik daripada musik lambat. Selain itu, sinkronisasi ketukan atau tempo musik dengan gerakan dapat terkoordinasi lebih baik pada tempo yang cepat (Thakur & Yardi, 2013).

### 2.3 Kelelahan Kerja

Kelelahan kerja merupakan menurunnya proses efisiensi, performa kerja, dan berkurangnya kekuatan atau ketahanan fisik tubuh untuk terus melanjutkan yang harus dilakukan (Wignjosoebroto, 2000). Terjadinya kelelahan itu saja, tetapi ada faktor yang menyebabkannya. Menurut Suma'mur faktor yang menyebabkan kelelahan antara lain:



## 1. Faktor Internal

### a. Usia

Usia berkaitan dengan kinerja karena pada usia yang meningkat akan diikuti dengan proses degenerasi dari organ sehingga dalam hal ini kemampuan organ akan menurun. Dengan adanya penurunan kemampuan organ, maka hal ini akan menyebabkan tenaga kerja akan semakin mudah mengalami kelelahan.

### b. Status Gizi

Status gizi adalah salah satu faktor dari faktor kapasitas kerja dimana keadaan gizi buruk dengan beban kerja yang berantakan mengganggu kerja dan menurunkan efisiensi serta mengakibatkan kelelahan.

### c. Posisi Kerja

Posisi tubuh dalam bekerja adalah sikap yang ergonomi, sehingga dicapai efisiensi kerja dan produktivitas yang optimal dengan memberikan rasa nyaman dalam bekerja. Apabila dalam melakukan pekerjaan posisi tubuh salah, maka akan mempengaruhi kelelahan kerja.

## 2. Faktor Eksternal

### a. Beban Kerja

Pekerjaan biasanya dilakukan dalam suatu lingkungan atau situasi yang akan menjadi beban tambahan pada jasmani dan rohani tenaga kerja. Seperti faktor lingkungan, fisik, kimia, biologi, ergonomi, dan psikologi. Beban kerja menentukan berapa lama seseorang dapat bekerja tanpa mengakibatkan kelelahan atau gangguan. Pada pekerjaan yang terlalu berat dan berlebihan akan mempercepat kelelahan kerja seseorang. Beban kerja dapat mengakibatkan kelelahan, hal ini dikarenakan semakin banyak jumlah material yang diangkat dan dipindahkan serta aktivitas yang berulang dalam sehari oleh tenaga kerja.

### b. Masa Kerja

Masa kerja baru maupun lama dapat menjadi pemicu terjadinya kepatuhan terhadap peraturan pekerjaan. Masa kerja sangat mempengaruhi pekerja karena menimbulkan rutinitas dalam bekerja. Pekerja yang telah bekerja lebih dari 5 tahun memberi pengaruh yang baik dalam pekerjaan dan



pekerja yang baru bekerja kurang dari atau sama dengan 5 tahun dapat memberi pengaruh yang kurang baik dalam pekerjaan.

c. Lama Kerja

Kelelahan yang disebabkan karena kerja statis berbeda dengan kerja dinamis. Lama kerja merupakan lama waktu seseorang bekerja pada suatu instansi atau tempat kerja. Pada lama kerja ini dapat berpengaruh pada kelelahan kerja khususnya kelelahan kronis, semakin lama seorang tenaga kerja bekerja pada lingkungan kerja yang kurang nyaman dan menyenangkan maka kelelahan pada orang tersebut akan menumpuk terus dari waktu ke waktu

## 2.4 Performansi

Menurut Cascio (1998) performansi adalah prestasi dan pencapaian hasil kerja karyawan dalam tugas yang telah dibebankan padanya. Selanjutnya Bernardin dan Russel (1993) menyatakan bahwa performansi sebagai catatan hasil yang diperlihatkan oleh karyawan dalam suatu fungsi atau aktivitas pekerjaan tertentu selama periode waktu tertentu. Penilaian performansi (*Performance Appraisal*) menurut Mondy dan Noe (1987) adalah suatu sistem atau cara melakukan pemeriksaan dan penilaian secara periodik terhadap prestasi kerja individu (Mulyani, 2012).

Istilah performa (*performance*), dapat dihubungkan dengan kinerja atau penampilan. Performa dapat memperlihatkan sejauh mana pencapaian suatu individu ataupun kelompok dalam mencapai tujuan tertentu. Performa atau kinerja yang dititik beratkan pada kinerja individu atau pemain dimaksudkan sebagai bentuk prestasi yang dicapai oleh individu berdasarkan target yang ingin dicapai atau tingkat pencapaian dari beban kerja yang telah ditargetkan kepada individu tersebut. Performa dan perilaku sementara dalam domain motor, dapat dipengaruhi oleh individu dan faktor situasional (Anshel, 1991).



## 2.5 Latihan Anaerobik

Latihan anaerobik merupakan latihan dengan intensitas tinggi yang membutuhkan energi yang cepat dalam waktu yang singkat namun tidak dapat dilakukan secara kontinyu untuk durasi waktu yang lama. Latihan ini juga biasanya memerlukan interval istirahat agar ATP (*adenosine tripospat*) dapat di regenerasi sehingga kegiatannya dapat dilanjutkan kembali. Latihan fisik akan menyebabkan perubahan-perubahan pada faal tubuh manusia, baik bersifat sementara (*respons*) maupun yang bersifat menetap (*adaption*). Latihan fisik dengan aktifitas tinggi (antara sub maksimal hingga maksimal) akan menyebabkan otot berkontraksi secara anaerobik. Kontraksi otot secara anaerobic membutuhkan penyediaan energi ATP melalui proses glikolisis anaerobik atau sistem asam laktat (*lactid acid system*). Glikolisis anaerobik akan menghasilkan produk akhir berupa asam laktat (Tanzila & Hafiz, 2019).

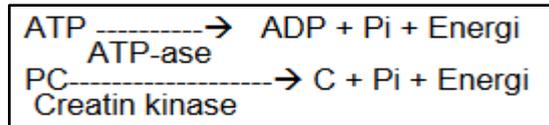
Untuk sampai menghasilkan energi guna metabolisme tubuh, ATP akan diurai secara bertingkat dalam proses pemecahan secara kimiawi. Sistem metabolisme anaerobik dibedakan menjadi dua, sistem Phospagen (ATP-PC) dan sistem glikolisis anerobik. Pada sistem phosphagen reaksi kimiawi yang terjadi tidak menghasilkan sisa pembakaran, sedangkan pada sistem glikolisis anaerobic akan terjadi sisa pembakaran yang berupa asam laktat.

### 1. Sistem Phosphagen (ATP-PC)

- a. Sistem ATP (*Adenosin Tri Phosphat*), Pada sistem metabolisme ini, energi diperoleh dari ATP yang ada di dalam struktur otot. Karena persediaan ATP dalam struktur otot yang terbatas, ATP harus dibentuk kembali. Pembentukan ATP memerlukan bantuan suatu senyawa kimia yang ada di dalam struktur otot, yaitu *Phospho Creatin* (PC), sehingga akan mengeluarkan energi sebagai bahan bakar untuk pembentukan kembali ATP.
- b. Sistem *Phosphocreatin* (PC), PC sama dengan ATP, tersimpan di dalam struktur otot, keduanya juga mengandung senyawa fosfat, baik ATP maupun PC akan membebaskan sekelompok fosfat untuk memproduksi energi, hasil akhir dari proses pemecahan PC adalah berupa senyawa eatin dan senyawa fosfat anaorganik (Pi). Proses pemecahan PC dibantu



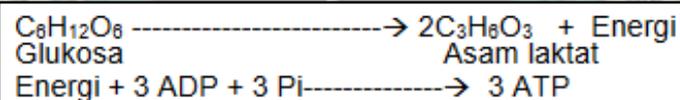
oleh enzim yang dinamakan keratin kinase, proses akan berlangsung terus menerus selama persediaan bahan kimia tersebut cukup untuk membentuk ATP. Sistem phosphagen merupakan sistem penyediaan sumber energi yang paling cepat disediakan dipergunakan untuk keperluan kontraksi di dalam struktur otot.



Gambar 1 Reaksi Kimia Pembentukan Energi pada Sistem Phosphagen (ATP-PC)

## 2. Sistem Glikolisis

Sistem metabolisme anaerobik yang menggunakan penguraian asam laktat untuk menyediakan energi dengan cara membakar cadangan bahan bakar yang ada di dalam struktur otot dan hati, cadangan energi berupa glikogen otot dan glikogen hati. Energi yang dikeluarkan akan digunakan untuk proses pembentukan kembali ATP, kerja ini tanpa menggunakan bantuan energi dari luar berupa oksigen, karena tanpa bantuan oksigen maka hanya sebagian saja glukosa yang dapat dihasilkan dan sebagian lagi menghasilkan berupa asam laktat, sehingga sistem ini juga disebut sebagai sistem asam laktat. Apabila asam laktat hasil metabolisme tertimbun didalam darah dalam jumlah besar, akan menyebabkan timbulnya kelelahan otot.



Gambar 2 Reaksi Kimia Pembentukan Energi pada Sistem Glikolisis (Roesdiyanto, 2019).

### 2.6 *Running-Based Anaerobic Sprint Test (RAST)*

*Running Anaerobic Sprint Test (RAST)* dikembangkan pada tahun 1997 oleh Draper dan Whyte sebagai cara menentukan kekuatan anaerobik yang tidak terlalu mudah dilaksanakan, sehingga dapat diakses oleh pelatih untuk pemain sebagai tingkatan. *Running Anaerobic Sprint Test (RAST)* telah digunakan untuk menguji kekuatan anaerobik dengan menggunakan protokol berulang. RAST melibatkan enam kali lari sprint sepanjang 35 meter



dengan selang waktu pemulihan 10 detik. Jarak dan waktu pemulihan yang khas dalam protokol RAST menunjukkan bahwa tes ini merupakan tes yang ideal untuk mengevaluasi kemampuan *sprint* berulang pada atlet olahraga tim lapangan (Nara dkk., 2022).

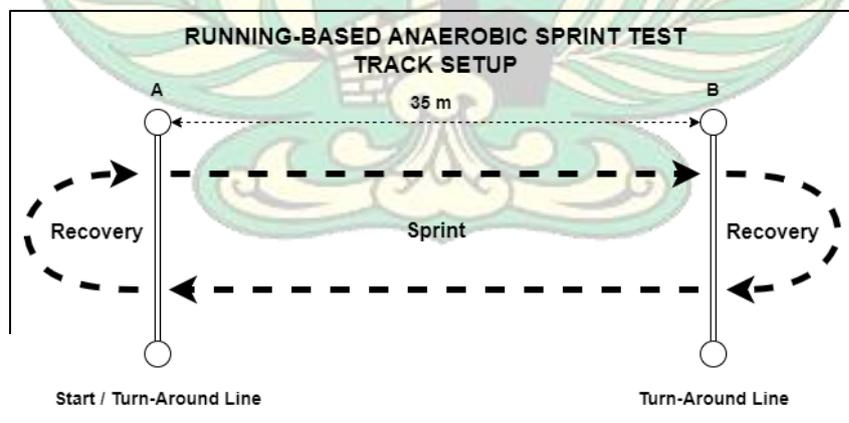
RAST adalah tes berbasis lapangan yang reliabel dan mudah dilakukan yang dapat digunakan oleh pelatih untuk memperkirakan tingkat kekuatan anaerobik rata-rata pelari. Metode ini dapat digunakan untuk mengukur *Maximum Power*, *Minimum Power*, *Average Power* dan *Fatigue Index*. Keuntungan menggunakan RAST untuk mengukur kekuatan anaerobik adalah bahwa metode ini memungkinkan pelaksanaan gerakan yang lebih spesifik untuk acara olahraga yang menggunakan lari sebagai bentuk gerak utama, dan dapat dengan mudah diterapkan oleh pelatih dalam latihan (Chatterjee dkk., 2022). Kekuatan anaerobik atau *anaerobic power* didefinisikan sebagai hasil ATP anaerobik maksimal per detik dari sebuah organisme, selama, latihan maksimal durasi singkat. Karena konsumsi ATP tidak dapat diukur secara akurat selama latihan seluruh tubuh jangka pendek (100–200 ms), maka lebih tepat untuk mengukur energi mekanik yang dihasilkan. Tenaga anaerobik ditandai dengan dihasilkannya keluaran daya yang sangat tinggi (Praagh, 2007).

Mackenzie (2005), menjelaskan metode dan tahapan dalam melakukan uji RAST sebagai berikut:

#### 1. Persiapan

Untuk melakukan tes ini, Anda akan memerlukan:

- a. Trek lurus yang ditandai dengan jarak 35m



Gambar 3 Trek *Running-Based Anaerobic Sprint Test* (RAST)



- b. 2 kon penanda untuk menandai bagian 35m
  - c. *Stopwatch*
  - d. Asisten
  - e. Kalkulator
2. Cara Melakukan Tes
- a. Atlet:
    - 1) Sebelum tes menimbang berat badan
    - 2) Melakukan pemanasan selama 10 menit
    - 3) Beristirahat selama 5 menit
    - 4) Melakukan enam kali lari sepanjang 35m pada kecepatan maksimum (diberikan waktu 10 detik antara setiap lari untuk berbalik)
  - b. Asisten:
    - 1) Merekam waktu yang diperlukan untuk setiap lari 35m dengan ketelitian sampai seratus fraksi detik
    - 2) Melakukan perhitungan yang sesuai.
3. Perhitungan

Keluaran daya untuk setiap lari dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Kecepatan (m/s)} = \frac{\text{Jarak (m)}}{\text{Waktu (s)}} \quad (1)$$

$$\text{Percepatan (m/s}^2\text{)} = \frac{\text{Kecepatan (m/s)}}{\text{Waktu (s)}} \quad (2)$$

$$\text{Gaya (N)} = \text{Berat (kg)} \times \text{Percepatan (m/s}^2\text{)} \quad (3)$$

$$\text{Power (watt)} = \text{Gaya (N)} \times \text{Kecepatan (m/s)} \quad (4)$$

$$\text{Power (watt)} = \frac{\text{Berat (kg)} \times \text{Jarak}^2\text{(m}^2\text{)}}{\text{Waktu}^3\text{(s}^3\text{)}} \quad (5)$$

Dari enam kali waktu, hitung daya untuk setiap lari dan kemudian tentukan:

$$\text{Power Maksimum (watt)} = \text{Power Max dari keenam lari (watt)} \quad (6)$$

$$\text{Power Minimum (watt)} = \text{Power Min dari keenam lari (watt)} \quad (7)$$

$$\text{Average Power (watt)} = \frac{\text{Jumlah Power Keenam Lari (watt)}}{6} \quad (8)$$

$$\text{Igue Index (watt/s)} = \frac{(\text{Power Maksimum} - \text{Power Minimum})}{\text{Total Waktu Keenam Lari}} \quad (9)$$



- a. *Power* Maksimum adalah ukuran dari keluaran daya tertinggi dan memberikan informasi tentang kekuatan dan kecepatan sprint maksimal.
- b. *Power* Minimum adalah keluaran daya terendah yang dicapai dalam enam lari 35 meter dan digunakan untuk menghitung *fatigue index*.
- c. *Average Power* memberikan indikasi tentang kemampuan atlet untuk mempertahankan daya dalam jangka waktu. Semakin tinggi skor menunjukkan kemampuan atlet untuk mempertahankan performa anaerobik.
- d. *Fatigue Index* menunjukkan tingkat penurunan daya untuk atlet. Nilai rendah (<10) menunjukkan kemampuan atlet untuk mempertahankan performa anaerobik. Nilai indeks kelelahan yang tinggi (>10) menunjukkan bahwa atlet mungkin perlu fokus untuk meningkatkan toleransi laktat mereka.

## 2.7 Heart Rate

Detak jantung adalah jumlah kali jantung berkontraksi dalam satu periode waktu tertentu, yang bisa diraba di permukaan kulit pada titik-titik tertentu. Ketika seseorang istirahat, detak jantung normalnya berkisar 70 kali per menit, tetapi dapat meningkat saat beraktivitas, emosi, demam, atau mengalami rangsangan lainnya. Suhu tubuh yang meningkat juga dapat meningkatkan detak jantung, kecuali jika seseorang sudah terbiasa dengan suhu yang tinggi. Detak jantung maksimum pada orang dewasa biasanya berkisar antara 180-200 detak per menit, namun biasanya hanya terjadi dalam jangka waktu singkat (Smeltzer dkk., 2002).

Berbagai faktor memengaruhi detak jantung, termasuk usia, jenis kelamin, kondisi kesehatan, riwayat kesehatan, intensitas dan durasi aktivitas, sikap kerja, faktor fisik, dan kondisi psikologis (Sandi, 2016).

### a. Jenis Kelamin

Terdapat perbedaan frekuensi denyut nadi istirahat antara laki-laki dan perempuan pada berbagai rentang usia. perempuan cenderung memiliki frekuensi denyut nadi istirahat yang lebih tinggi dibandingkan anak laki-laki



b. Umur

Frekuensi denyut nadi istirahat cenderung menurun seiring bertambahnya usia. Bayi baru lahir memiliki frekuensi denyut nadi yang tinggi, yang kemudian menurun seiring pertumbuhan dan perkembangan. Orang dewasa umumnya memiliki frekuensi denyut nadi istirahat yang lebih rendah daripada anak-anak.

c. Posisi Tubuh

Frekuensi denyut nadi dapat bervariasi tergantung pada posisi tubuh seseorang. Misalnya, frekuensi denyut nadi dapat lebih tinggi saat berdiri daripada saat duduk, dan lebih rendah saat tidur. Perubahan posisi tubuh juga dapat mempengaruhi frekuensi denyut nadi, dengan perubahan dari duduk ke berdiri atau sebaliknya dapat menyebabkan lonjakan atau penurunan dalam frekuensi denyut nadi.

d. Aktivitas

Kurangnya aktivitas fisik meningkatkan risiko kelebihan berat badan. Orang yang tidak aktif juga cenderung mempunyai frekuensi denyut jantung yang lebih tinggi sehingga otot jantungnya harus bekerja lebih keras pada setiap kontraksi. Makin keras dan sering otot jantung memompa, dan makin tinggi tekanan yang dibebankan pada arteri.

Sistem kardiovaskuler dipengaruhi oleh musik melalui berbagai mekanisme. Salah satu mekanisme tersebut melibatkan impuls otak yang diaktifkan oleh nada dan irama musik, kemudian dikirim ke organ tubuh termasuk jantung. Jantung akan merespons tempo musik dengan meningkatkan denyut jantung dan tekanan darah. Musik dengan tempo cepat, seperti yang ditemukan dalam jenis musik rock, cenderung meningkatkan denyut jantung dan tekanan darah. Sebaliknya, musik dengan tempo yang lebih lambat, seperti yang terdapat dalam jenis musik klasik, jazz, dan lofi, memiliki efek relaksasi yang dapat menurunkan denyut jantung dan tekanan darah (Darki dkk., 2022).



***t Rate Recovery***

*Heart rate recovery* (HRR) adalah selisih antara detak jantung puncak saat istirahat dan detak jantung pada 1 menit setelah penghentian olahraga. HRR

merupakan salah satu prediktor penyakit kardiovaskular dan merupakan prediktor penting dari semua penyebab kematian, seperti kematian yang terkait dengan penyakit arteri koroner. Semakin tinggi nilai *heart rate recovery* maka akan semakin baik jantung seseorang tersebut. HRR dinilai menggunakan *pulse oximetry* atau elektrokardiogram (EKG). Penilaian HRR didapat dari detak jantung puncak saat latihan dikurang detak jantung 1 menit setelah olahraga (Van De Vegte dkk., 2018).

Bandsode & Joshi mengemukakan hubungan antara *heart rate recovery* dan kelelahan. Dijelaskan bahwa terdapat hubung negatif antara *heart rate recovery* dan kelelahan yang menunjukkan terjadinya penurunan kelelahan seiring meningkatnya *heart rate recovery*. Studi lain oleh R. P. Lamberts tentang pemulihan detak jantung sebagai panduan untuk memantau kelelahan dan memprediksi perubahan parameter kinerja atlet. Dalam penelitian tersebut disimpulkan bahwa penurunan HRR dapat memprediksi ketidakmampuan untuk mengatasi beban latihan dan akumulasi kelelahan. Sebuah studi oleh Na Du dkk. menemukan HRR yang lebih tinggi mengindikasikan persentase penurunan tekanan darah yang lebih tinggi yang berarti subjek memiliki daya tahan yang lebih baik (Bandsode & Joshi, 2022).

## 2.9 Asam Laktat

Farenia dkk. dalam Hidayah (2018), memaparkan bahwa asam laktat adalah produk akhir dari proses glikolisis *anaerob* yang dihasilkan oleh sel darah merah dan sel otot yang aktif. Dalam keadaan istirahat, asam laktat dihasilkan oleh sel darah merah, sel darah putih, otak, sel otot, sel hepar, mukosa usus, dan kulit. Sahlin dkk. (1981), mengemukakan bahwa akumulasi asam laktat dalam otot akan menurunkan kemampuan otot untuk bekerja. Hal ini akan mengakibatkan berkurangnya energi yang dihasilkan sehingga kontraksi otot semakin lemah dan pada akhirnya otot akan mengalami kelelahan. Ningrum & Rahayu (2018), menyatakan bahwa kelelahan timbul karena penumpukan asam laktat dalam

Hal ini disebabkan oleh kemampuan tubuh menetralsir tumpukan asam tersebut tidak sebanding dengan kecepatan asam laktat yang terbentuk ratnya aktivitas yang dilakukan.



Kadar asam laktat yang tinggi akan sangat merugikan kinerja fisik seseorang, karena penimbunan asam laktat dapat menyebabkan terjadinya kelelahan dan menurunnya kekuatan otot, di samping itu tingginya konsentrasi kadar asam laktat juga dapat menurunkan kekuatan kontraksi otot, hal ini disebabkan oleh karena menurunnya daya ikat ion  $\text{Ca}^{2+}$  pada troponin dan meningkatnya daya. Ikat retikulum sarkoplasmik terhadap ion  $\text{Ca}^{2+}$ . Kedua mekanisme ini akan menurunkan jumlah ion kalsium yang diikat pada troponin selama proses kontraksi otot sehingga akan sangat merugikan aktivitas fisik yang memerlukan kinerja tinggi. Kadar asam laktat yang tinggi juga akan berpengaruh terhadap produksi ATP, sebab beberapa enzim yang berperan terhadap proses pembentukan ATP melalui glikolisis akan terhambat oleh keasaman dan akumulasi asam laktat kemungkinan akan menyebabkan terbatasnya kapasitas anaerobic (Widiyanto dkk., 2014).

Bal dkk. (2015), menjelaskan bahwa tingkat kinerja individu (durasi kerja dan usaha untuk melakukan pekerjaan) menentukan tingkat kenaikan asam laktat. Kadar asam laktat dalam kondisi normal adalah 2 mmol/L. Menurut Mc Adle dalam Putra & Lesmana (2016), Kadar asam laktat darah yang melebihi 6 mmol/L dapat mengganggu mekanisme kerja sel otot sampai pada tingkat koordinasi gerakan. Gollnick dalam Putra & Lesmana (2016) menerangkan bahwa batas toleransi antara terhadap ketinggian konsentrasi asam laktat pada otot dan darah selama melakukan aktivitas latihan fisik tidak diketahui pasti. Namun demikian, toleransi kadar asam laktat pada manusia diperkirakan mencapai diatas 20mmol/L darah dan 25 mmol kg /berat otot basah, dan bahkan bisa mencapai diatas 30 mmol/L pada latihan dinamis dengan intensitas tinggi.

Freund dalam Widiyanto dkk. (2014), menyatakan bahwa kadar laktat darah setelah latihan maupun pertandingan dipengaruhi oleh kemampuan subyek, perbedaan distribusi, adaptasi tipe otot, teknik atau efisiensi gerakan serta jenis tes yang digunakan. Reaksi puncak laktat setelah aktivitas fisik diperkirakan terjadi antara tiga sampai lima menit, namun ada perbedaan antara aktivitas fisik yang

ketahanan dengan yang bersifat kecepatan. Pada aktivitas fisik yang ketahanan seperti pelari jarak jauh, perenang jarak jauh, balap sepeda, m laktat darah lebih cepat menurun setelah pemulihan. Pemulihan kadar



asam laktat darah juga berhubungan dengan intensitas aktivitas fisik yang dilakukan. Hal ini berkaitan dengan transport laktat dari otot aktif ke otot yang kurang aktif. Pada aktivitas isik sub maksimal, laktat dari otot akan dibawa ke darah ke otot lagi berjalan dengan baik. Tetapi aktivitas fisik maksimal transport laktat tidak lagi terjadi dengan mudah (mengalami hambatan) karena keterlibatan hampir semua otot dalam aktivitas fisik maksimal.

## 2.10 Penelitian Terdahulu

Berikut adalah tabel perbandingan antara beberapa penelitian terdahulu yang membahas pengaruh tempo musik terhadap tingkat kelelahan fisiologis, respon fisiologis dan performansi fisik.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Judul	Metode	Hasil	Perbedaan Penelitian Terdahulu
1.	Eliakim dkk. (2007)	<i>The Effect of Music During Warm-Up on Consecutive Anaerobic Performance in Elite Adolescent Volleyball Players</i>	Wingate Anaerobic Test (WAnT) Musik yang digunakan yaitu musik dengan tempo 140 bpm	Pada kondisi musik, rata-rata detak jantung jauh lebih tinggi. Setelah pemanasan dengan musik, <i>peak anaerobic power</i> secara signifikan lebih tinggi pada semua responden ( $p < 0.05$ ). Musik tidak berpengaruh signifikan terhadap <i>mean anaerobic output</i> ataupun <i>fatigue index</i> .	Penelitian tidak mengukur kadar asam laktat dan HRR Metode yang digunakan berbeda Objek penelitian berbeda
2.	Hutchinson dkk. (2011)	<i>The Influence of Asynchronous Motivational Music on A Supramaximal Exercise Bout</i>	Wingate Anaerobic Test (WAnT) Musik yang digunakan yaitu musik instrumental dengan tempo 136 bpm	<i>Peak anaerobic power</i> ( $p = 0.006$ ) dan <i>mean anaerobic power</i> ( $p = 0.018$ ) secara signifikan lebih tinggi dengan musik dibandingkan tanpa musik. Terdapat peningkatan motivasi dalam kondisi musik, namun tidak ada pengaruh pada RPE.	Penelitian mengukur RPE dan motivasi, namun tidak mengukur detak jantung, kadar asam laktat dan HRR Metode yang digunakan berbeda



Lanjutan Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Judul	Metode	Hasil	Perbedaan Penelitian Terdahulu
3.	Chtourou dkk. (2012)	<i>The Effects of Music During Warm-Up on Anaerobic Performances of Young Sprinters</i>	<i>Wingate Anaerobic Test (WAnT)</i> Musik yang digunakan yaitu musik dengan tempo 120-140 bpm	<i>Power output</i> secara signifikan lebih tinggi pada kondisi dengan musik ( $p<0.05$ ), namun tidak ada pengaruh pada RPE, dan <i>Fatigue Index</i>	Penelitian mengukur RPE, namun tidak mengukur detak jantung, kadar asam laktat dan HRR  Metode yang digunakan berbeda
4.	Puad dkk. (2020)	<i>The Effects of Music During Warm-Up on Anaerobic Performance of Football Players</i>	<i>Running Anaerobic Sprint Test (RAST)</i> Musik yang digunakan yaitu musik ber-ritme kuat dengan tempo >120 bpm	Terdapat pengaruh signifikan dari musik terhadap detak jantung dan <i>fatigue index</i> ( $p=0.01$ ), namun tidak ada pengaruh dari musik terhadap RPE, <i>peak power</i> dan <i>mean power</i> .	Penelitian juga mengukur RPE, namun tidak mengukur kadar asam laktat dan HRR  Objek penelitian berbeda
5.	Niu dkk. (2024)	<i>The effects of a music intervention on the autonomic nervous system during recovery from strenuous exercise</i>	<i>Power cycling test</i> Musik yang digunakan yaitu musik tempo pelan (52 bpm), sedang (88 bpm), cepat (115 bpm) dan tanpa musik	Tidak terdapat pengaruh signifikan dari musik terhadap HRR dan HRV sebelum melakukan latihan. Selain itu tidak terdapat perbedaan signifikan dari <i>anaerobic power</i> ( $p<0.05$ ). Namun, setelah melakukan latihan, musik cepat memiliki pengaruh lebih tinggi terhadap HRR dan HRV dibanding stimulus lain ( $p<0.05$ ).	Penelitian tidak mengukur HR, kadar dan kadar asam laktat.  Metode yang digunakan berbeda  Objek penelitian berbeda



Lanjutan Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Judul	Metode	Hasil	Perbedaan Penelitian Terdahulu
6.	Eliakim dkk. (2012)	<i>Effect of Motivational Music on Lactate Levels During Recovery from Intense Exercise</i>	6-minute treadmill run Musik yang digunakan yaitu musik "western dance" dengan tempo 140 bpm	Terdapat pengaruh signifikan dari musik yaitu adanya peningkatan jumlah langkah kaki ( $p < 0.05$ ) dan penurunan kadar asam laktat pada fase pemulihan ( $p < 0.05$ ), namun tidak ditemukan pengaruh dari musik terhadap detak jantung rata-rata	Penelitian mengukur jumlah langkah kaki dan RPE, namun tidak mengukur HRR, <i>power output</i> , dan <i>fatigue index</i> Metode yang digunakan berbeda
7.	Mendpara dkk. (2014)	<i>Effect of Musical Tempo on Post-Exercise Recovery Time of Cardiovascular Parameters Following Moderate Isotonic Exercise in Young Healthy Indian Males</i>	Modified Harvard Step Test Musik yang digunakan yaitu musik instrumental india klasik pelan, musik hip-hop cepat dan tanpa musik	Terdapat pengaruh signifikan dari musik terhadap denyut nadi pemulihan (HRR), dan tekanan darah pada waktu pemulihan ( $p < 0.05$ ). Ditemukan pula terjadi pemulihan yang lebih cepat pada kondisi musik pelan	Penelitian tidak mengukur <i>anaerobic power</i> dan kadar asam laktat Metode yang digunakan berbeda
8.	Atan (2013)	<i>Effect Of Music on Anaerobic Exercise Performance</i>	Running-based Anaerobic Sprint Test (RAST), Wingate Anaerobic Test (WAnT) Musik yang digunakan yaitu musik dengan tempo lambat pada 70 bpm dan tempo cepat pada 200 bpm	Tidak terdapat perbedaan yang signifikan dari kondisi dengan musik cepat, musik pelan dan tanpa musik terhadap <i>power output</i> , detak jantung dan kadar asam laktat baik pada RAST maupun WAnT ( $p > 0.05$ ).	Penelitian tidak mengukur HRR



Lanjutan Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Judul	Metode	Hasil	Perbedaan Penelitian Terdahulu
9.	Stork dkk. (2015)	<i>Music Enhances Performance and Perceived Enjoyment of Sprint Interval Exercise</i>	<i>Sprint Interval Training</i> (SIT), <i>Wingate Anaerobic Test</i> (WAnT)  Musik yang digunakan adalah musik yang sesuai dengan preferensi pribadi dengan tempo dan genre yang bervariasi	Terdapat peningkatan yang signifikan pada <i>peak power output</i> ( $p < 0.05$ ) dan <i>mean power output</i> ( $p < 0.05$ ). Tidak terdapat pengaruh signifikan pada RPE, sedangkan nilai <i> affective responses</i> dan motivasi lebih tinggi pada kondisi dengan musik walaupun tidak ada pengaruh signifikan	Penelitian mengukur RPE, <i> affective responses</i> dan motivasi, namun tidak mengukur detak jantung, HRR dan kadar asam laktat.  Metode yang digunakan berbeda  Objek penelitian berbeda  Jenis musik yang digunakan berdasarkan preferensi pribadi
10.	Kartal & Ergin (2018)	<i>Dinlenilen Farkli Tempo Müziklerin Futbolcularda Aerobik Ve anaerobik Performansa Etkisinin İncelenmesi</i> (Mengkaji Pengaruh Mendengarkan Musik Tempo Berbeda Terhadap Performa Aerobik dan Anaerobik Pemain Sepak Bola)	<i>Running-based Anaerobic Sprint Test</i> (RAST), <i>Yo-Yo Intermittent Recovery Test</i>  Musik yang digunakan adalah musik dengan tempo 120-140 bpm	Tidak terdapat pengaruh signifikan dari tempo musik terhadap performansi aerobik dan anaerobik walaupun hasil menunjukkan nilai yang lebih tinggi.	Penelitian tidak mengukur detak jantung, HRR dan kadar asam laktat, namun penelitian ini mengukur pengaruh musik terhadap performansi aerobik

Sumber: Hasil Studi Pustaka Peneliti (2023)

Penelitian yang dilakukan oleh Eliakim (2007), Hutchinson dkk. (2011), Chetourou dkk. (2012) dan Stork dkk. (2015), menunjukkan bahwa musik dengan tempo yang cepat dapat meningkatkan performansi fisik yaitu *power* maksimum dan *power* rata-rata. Sedangkan dari hasil penelitian oleh Mendpara dkk. (2014), Atan dan Kartal & Ergin (2018) tidak ditemukan adanya perbedaan yang



signifikan dari pemberian musik terhadap performansi fisik termasuk pada *power* minimum. Penelitian oleh Eliakim (2007) dan Puad dkk. (2020) menunjukkan bahwa musik tempo cepat memiliki pengaruh yang signifikan terhadap *heart rate*. Dari hasil penelitian Niu dkk. (2024) dan Mendpara dkk. (2014) ditemukan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari musik terhadap *heart rate recovery* dimana pada kondisi musik *heart rate recovery* menjadi lebih tinggi. Kemudian pada penelitian Atan (2013), tidak ditemukan adanya perbedaan yang signifikan dari pemberian musik baik itu musik tempo pelan maupun tempo cepat pada kadar asam laktat dari responden.

Berdasarkan tabel 1 di atas, dapat dilihat perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya. Penelitian ini menggunakan metode pengukuran performansi fisik *Running-based Anaerobic Sprint Test* (RAST). Metode ini memiliki pengukuran yang serupa dengan metode *Wingate Anaerobic Test* (WAnT), yaitu *power* rata-rata, *power* maksimum, *power* minimum, dan *fatigue index*. Metode ini dianggap reliabel, valid, dan mudah digunakan dengan biaya yang rendah. Adapun jenis stimulus yang digunakan dalam penelitian ini adalah musik dengan tempo berbeda, terdiri dari musik tempo cepat ( $\geq 120$  bpm), musik tempo pelan ( $\leq 80$  bpm), dan tanpa musik dengan genre musik elektronik. Pemilihan musik ini berbeda dari penelitian sebelumnya yang hanya menggunakan dua jenis musik (musik tempo cepat dan tanpa musik) dengan genre yang bervariasi. Selain itu, penelitian ini berusaha untuk melihat pengaruh tempo musik yang berbeda terhadap tingkat kelelahan fisiologis (kadar asam laktat), respon fisiologis (HR dan HRR), dan performansi fisik (*power* rata-rata, *power* maksimum, *power* minimum, dan *fatigue index*) secara bersamaan, sedangkan pada penelitian sebelumnya hanya sebagian variabel tersebut diukur bersamaan.

