

**PENGARUH *MENTAL FATIGUE* TERHADAP *ACCURACY* DAN
KINEMATICS PARAMETER CHANGE PADA SAAT PUKULAN
*BADMINTON OVERHEAD BACKHAND SMASH***

Oleh
Tian Kurniawan
2002225

TESIS

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat ujian guna memperoleh gelar Magister
Pendidikan Olahraga Konsentrasi Ilmu Keolahragaan



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN OLAHRAGA
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2022

LEMBAR HAK CIPTA
PENGARUH *MENTAL FATIGUE* TERHADAP *ACCURACY* DAN
***KINEMATICS PARAMETER CHANGE* PADA SAAT PUKULAN**
BADMINTON OVERHEAD BACKHAND SMASH

Oleh
Tian Kurniawan
2002225

Sebuah tesis yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh Gelar
Magister Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Olahraga

© Tian Kurniawan
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2022

Hak Cipta dilindungi dengan
undang-undang
Tesis ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak
ulang, di foto kopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

HALAMAN PENGESAHAN
PENGARUH MENTAL FATIGUE TERHADAP ACCURACY DAN
KINEMATICS PARAMETER CHANGE PADA SAAT PUKULAN
OVERHEAD BADMINTON BACKHAND SMASH

disetujui dan disahkan oleh

Pembimbing I



Prof. Agus Rusdiana, S.Pd., MA., Ph.D.
NIP. 19760812 200112 1 001

Pembimbing II



dr. Hamidie Ronald D. Ray, M.Pd., Ph.D., AIFO
NIP. 19701102 200012 1 001

Penguji I



Prof. Dr. Herman Subarjah, M.Si.
NIP. 19600918 198603 1 003

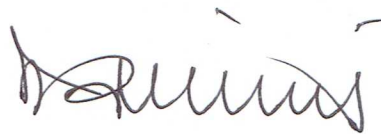
Penguji II



Dr. Yusuf Hidayat, M.Si.
NIP. 19680830 199903 1 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Olahraga



Prof. Dr. Amung Ma'mun, M.Pd.
NIP. 19600119 198603 1 002

ABSTRAK

Mental fatigue (MF) diketahui meningkatkan persepsi lelah secara subjektif dan menurunkan kinerja kognitif, tetapi dampaknya terhadap kinerja psikomotor masih belum sepenuhnya dipahami. Dalam penelitian ini peneliti akan menganalisis dampak dari MF pada kinerja psikomotor (*kinemathic changes*) dan juga pada ketepatan gerak (*accuracy*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh MF terhadap performa dengan mengamati akurasi dan perubahan kinematika *backhand smash* pada atlet bulutangkis sebelum dan sesudah diberikan intervensi MF. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen dengan desain penelitian menggunakan *One-Group Pretest-Posttest Design*. Subjek penelitian yang berpartisipasi dalam penelitian ini sebanyak 10 orang laki-laki (usia: 20.43 ± 1.62 tahun; tinggi badan: 1.71 ± 3.13 m; berat badan: 63.71 ± 6.26 kg; pengalaman berlatih: 10.00 ± 2.89 tahun). Hasil penelitian menunjukkan bahwa MF berdampak pada penurunan ketepatan akurasi dan perubahan parameter kinematika. Di simpulkan bahwa parameter kinematika yang berubah di sini hanya teridentifikasi pada kecepatan linear *shuttlecock velocity* dan kecepatan sudut pada *forearm pronation* dan *shoulder external rotation*, sedangkan sudut segmen tubuh tidak ada perubahan yang signifikan. Karena ditemukannya pengaruh kelelahan mental terhadap performa *backhand smash*, hal ini perlu diperhatikan oleh pelatih dan atlet yang masih pada tahap pengembangan keterampilan untuk tidak banyak melakukan kegiatan kognitif yang berlebihan sebelum bertanding maupun sebelum berlatih.

Kata Kunci: *mental fatigue, racket sport, badminton, backhand smash*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR HAK CIPTA	iii
PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR DIAGRAM.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.3.1 Tujuan Umum.....	5
1.3.2 Tujuan Khusus	5
1.4. Manfaat Penelitian	5
1.4.1. Manfaat Teoritis.....	5
1.4.2. Manfaat Praktis	5
1.5. Struktur Organisasi Tesis.....	5

BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1. Kajian Pustaka	6
2.1.1. Bulutangkis	6
2.1.2. Kelelahan	7
2.1.3. <i>Mental Fatigue</i>	8
2.1.4. Akurasi.....	9
2.1.5. Kinematika Olahraga	9
2.1.6. Parameter Kinematika <i>Backhand Smash</i>	9
2.2. Penelitian Terdahulu yang Relevan	16
2.3. Kerangka Berpikir.....	18
2.4. Hipotesis Penelitian	19
BAB III METODE PENELITIAN.....	20
3.1. Metode Penelitian	20
3.2. Partisipan.....	20
3.3. Definisi Operasional Variabel.....	20
3.4. Prosedur Penelitian	22
3.3.1. Protokol Penelitian.....	23
3.3.2. Pengukuran Psikologis.....	23
3.3.3. Protokol Kelelahan Mental	23
3.3.4. Tes Kinerja Backhand Smash	23
3.3.5. Tes Akurasi Backhand Smash	24
3.5. Instrumen Penelitian	25
3.6. Analisis Data.....	28
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1. Temuan	29

4.1.1.	Deskripsi Data.....	29
4.1.2.	Uji Asumsi.....	31
4.1.3.	Uji Hipotesis.....	32
4.2.	Pembahasan.....	37
4.2.1.	Pengaruh Kelelahan Mental Terhadap Persepsi Kelelahan Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.	
4.2.2.	Pengaruh Kelelahan Mental Terhadap Hasil Akurasi Pukulan	37
4.2.3.	Pengaruh Kelelahan Mental Terhadap Perubahan Kinematika Kecepatan.....	39
4.2.4.	Pengaruh Kelelahan Mental Terhadap Perubahan Kinematika Sudut pada Segmen Tubuh Atlet.....	39
BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI.....		41
5.1.	Kesimpulan.....	41
5.2.	Rekomendasi.....	41
DAFTAR PUSTAKA.....		43
LAMPIRAN 1 DATA STATISTIK PENELITIAN.....		51
LAMPIRAN 2 SURAT IZIN PENELITIAN.....		73
LAMPIRAN 3 DOKUMENTASI PENELITIAN.....		78
RIWAYAT HIDUP PENELITI.....		83

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian terdahulu yang relevan berdasarkan karakter sampel	16
Tabel 2.2. Penelitian terdahulu yang relevan berdasarkan pengaruh MF terhadap kinerja psikomotor	17
Tabel 3.1. Definisi operasional variabel	20
Tabel 4.1. Karakteristik sampel	29
Tabel 4.2. Himpunan prestasi yang pernah diraih sampel	29
Tabel 4.3. Deskripsi statistik penelitian	30
Tabel 4.4. Hasil uji asumsi.....	31
Tabel 4.5. pengaruh kelelahan mental terhadap hasil akurasi <i>backhand smash</i> .	33
Tabel 4.6. Pengaruh kelelahan mental terhadap kinematika kecepatan linear dan kecepatan sudut	34
Tabel 4.7. Pengaruh kelelahan mental terhadap kinematika sudut pada fase <i>forwardswing</i>	36
Tabel 4.8. Pengaruh kelelahan mental terhadap kinematika sudut pada fase <i>impact</i>	37
Tabel 4.9. Pengaruh kelelahan mental terhadap kinematika sudut pada fase <i>followthrough</i>	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Fase Gerak Teknik <i>Backhand Smash</i>	11
Gambar 2.2. <i>Horizontal shoulder adduction</i> pada tahap <i>forwardswing</i>	12
Gambar 2.3. <i>Shoulder internal rotation</i> pada tahap <i>forwardswing</i>	12
Gambar 2.4. <i>Elbow flexion</i> pada tahap <i>forwardswing</i>	13
Gambar 2.5. <i>Forearm pronation</i> pada tahap <i>forwardswing</i>	13
Gambar 2.6. <i>Shoulder abduction</i> pada tahap <i>impact</i>	14
Gambar 2.7. <i>Elbow extension</i> pada tahap <i>impact</i>	14
Gambar 2.8. <i>Wrist Radial deviation</i> pada tahap <i>followthrough</i>	15
Gambar 2.9. <i>Wrist dorsal flexion</i> pada tahap <i>followthrough</i>	15
Gambar 2.10. Kerangka berpikir.....	18
Gambar 3.1. Prosedur penelitian.....	22
Gambar 3.2. Skema penelitian	24
Gambar 3.3. Bidang sudut smash.....	25
Gambar 3.4. <i>Visual analogue scale</i>	26
Gambar 3.5. <i>Action camera</i>	26
Gambar 3.6. <i>Radar speed gun</i>	27

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 4.1. Pengaruh kelelahan mental terhadap hasil akurasi	34
Diagram 4.2. Pengaruh kelelahan mental terhadap kinematika kecepatan linear	35
Diagram 4.3. Pengaruh kelelahan mental terhadap kinematika kecepatan sudut	35
Diagram 4.4. Pengaruh kelelahan mental terhadap kinematika sudut pada fase <i>forwardswing</i>	36
Diagram 4.5. Pengaruh kelelahan mental terhadap kinematika sudut pada fase <i>impact</i>	37
Diagram 4.6. Pengaruh kelelahan mental terhadap kinematika sudut pada fase <i>followthrough</i>	38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Batas dalam melakukan aktivitas fisik biasanya hanya dikaitkan dengan kinerja jantung saja, tetapi fakta secara keseluruhan menunjukkan bahwa jumlah perubahan yang terjadi di seluruh tubuhlah yang menjadi titik akhir dalam melakukan suatu usaha (lelah) (Bainbridge, 1920). Hal ini juga dijelaskan oleh Mosso (1906) dalam bukunya yang berjudul *Fatigue*, bahwa kelelahan otak dapat mengurangi kekuatan otot, kemudian diperkuat oleh Merton & Pampiglione (1950) dalam artikelnya, dinyatakan bahwa kekuatan dibatasi oleh ketidakmampuan saraf pusat dalam mengaktifkan otot secara penuh. Ketika kelelahan disebabkan oleh keterlibatan berkepanjangan dalam aktivitas mental/ kognitif, kelelahan tersebut secara tradisional didefinisikan sebagai kelelahan kognitif atau kelelahan mental (Boksem & Tops, 2008; Marcora et al., 2009; MacMahon et al., 2014; Wang et al., 2016).

Olahraga bulutangkis dipilih dalam penelitian ini karena bulutangkis merupakan olahraga permainan yang menuntut atletnya untuk dapat melakukan pengambilan keputusan yang tepat baik dalam pemilihan teknik maupun penentuan arah pukulan *shuttlecock* (Williams & Jackson, 2019) dalam waktu pertandingan yang cukup lama dengan rata-rata permainan selama 40 menit (Abián-Vicén et al., 2012; Cabello et al., 2004; Cabello Manrique & González-Badillo, 2003), sehingga memungkinkan terjadinya kelelahan mental. Olahraga bulutangkis ini sama seperti tenis meja, membutuhkan waktu reaksi yang singkat, keputusan-keputusan taktis, dan merupakan aktivitas dengan tuntutan kognitif dan tingkat stres yang tinggi (Baron et al., 1992). Teknik gerak yang akan dianalisis secara kinematika yaitu pukulan *backhand smash* yang merupakan pukulan tingkat lanjut (*advance*) yang biasanya hanya dapat dilakukan oleh atlet tingkat mahir (Grice, 2008). Teknik *backhand smash* ini memiliki tiga tahapan gerak yaitu tahap *forwardswing*, tahap *impact/backswing* kemudian tahap *follow through* (Soemardiawan et al., 2019) yang pada setiap tahapan tersebut terdapat parameter kinematika yang akan diteliti.

Berdasarkan penelitian Rusdiana et al. (2020), parameter kinematika sudut *backhand smash* yang dapat diambil pada tahap *forwardsing* adalah *horizontal shoulder adduction-abduction, shoulder internal-external rotation, elbow flexion dan forearm pronation*, kemudian pada tahap *impact/ backswing* adalah *shoulder abduction-adduction dan elbow flexion*, yang terakhir pada tahap *follow through* terdapat *wrist dorsal flexion dan wrist radial deviation*. Kemudian parameter kinematika kecepatan *backhand smash* adalah *angular velocity of shoulder external-internal rotation, angular velocity of forearm pronation-supination dan shuttlecock velocity*.

Analisis karakteristik kinematika dapat dari suatu teknik gerak dapat menjadi suatu penilaian dalam menilai kinerja psikomotor, salah satu penelitian yang menggunakan karakteristik kinematika untuk menilai kinerja psikomotor adalah penelitian Beuter & Duda (1985) yang ingin mengetahui kinerja berjalan anak-anak yang memiliki gairah tinggi dan rendah. Dalam beberapa dekade terakhir sinematografi merupakan teknik pengukuran yang populer dalam menganalisis gerak manusia, rekaman video dengan kamera dengan *shutter speed* yang tinggi biasa digunakan oleh para ahli untuk melakukan analisis terperinci mengenai pola gerak seseorang (Payton, 2008). Dari analisis kinematika ini akan di dapati perpindahan dan kecepatan suatu gerak dengan mengabaikan gaya yang menciptakan pergerakan tersebut (Beggs, 1983; Whittaker, 1937), Knudson (2007) menyebut kinematika adalah deskripsi dari suatu gerak.

Habay et al. (2021) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa sudah cukup banyak artikel yang menjelaskan bahwa kelelahan mental memiliki dampak negatif terhadap kinerja psikomotor pada olahraga, namun penelitian mengenai dampak *mental fatigue* terhadap kinerja psikomotor ini belum banyak diteliti pada cabang olahraga selain sepakbola termasuk bulutangkis. Penelitian mengenai *mental fatigue* terhadap kinerja psikomotor secara spesifik cabang olahraga dilakukan oleh Smith et al. pada tahun 2016 untuk mengobservasi perubahan kecepatan dan akurasi *passing* juga *shooting* pada atlet sepakbola (Russell et al., 2019).

Berdasarkan literatur mengenai MF yang dilakukan oleh Habay et al. (2021) & Russell et al. (2019) penelitian kelelahan mental pada olahraga *racket* baru sebatas pada 3 penelitian yaitu penelitian oleh le Mansec et al. (2018) yang berfokus

pada penilaian performa tenis meja, sementara Kosack et al. (2020) dan van Cutsem et al. (2019) berfokus pada penilaian performa bulutangkis. Pada penelitian tenis meja, didapati penurunan kecepatan bola dan peningkatan jumlah pelanggaran (*fault*) setelah partisipan diinduksi kelelahan mental. Sementara pada penelitian bulutangkis ditemukan bahwa tidak terdapat penurunan akurasi yang signifikan pada kedua penelitian namun pada penelitian van Cutsem et al. (2019) kelelahan mental mengurangi kinerja dari visual motorik. Kosack et al. (2020) pada penelitiannya tidak mendapat pengaruh kelelahan mental pada performa psikomotor secara umum. Dari hasil penelitian-penelitian terdahulu terlihat bahwa MF berdampak negatif pada pengambilan keputusan, waktu reaksi, dan akurasi (Habay et al., 2021).

Berdasarkan paparan di atas belum didapati analisis secara spesifik dampak kelelahan pada kinerja psikomotor secara kinematika seperti penelitian yang dilakukan oleh Rusdiana et al., (2020), dalam penelitiannya perubahan kinematika teknik *overhead smash* setelah menerima induksi kelelahan otot yang hasil penelitiannya menunjukkan bahwa kelelahan menyebabkan berkurangnya kecepatan sudut pada segmen tubuh yang mengakibatkan menurunnya kecepatan pada *shuttlecock*. Penelitian yang akan dilaksanakan ini bertujuan untuk melihat tingkat akurasi dan perubahan kinematika pada gerakan *backhand smash* yang diakibatkan oleh kelelahan mental, penelitian ini merupakan adaptasi dari penelitian yang dilakukan oleh le Mansec et al. (2018) dan Rusdiana et al. (2020). Selain itu, masih kurangnya literatur penelitian mengenai dampak kelelahan mental pada cabang olahraga bulutangkis, kemudian pengaruh MF terhadap akurasi pada cabang olahraga bulutangkis masih belum diidentifikasi dengan jelas dan juga belum adanya penelitian mengenai dampak kelelahan mental secara analisis kinematika maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul *MENTAL FATIGUE EFFECT TERHADAP ACCURACY DAN KINEMATICS PARAMETER CHANGE PADA SAAT PUKULAN OVERHEAD BADMINTON BACKHAND SMASH*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah terdapat pengaruh kelelahan mental terhadap hasil akurasi *backhand smash* atlet bulutangkis?
2. Apakah terdapat pengaruh kelelahan mental terhadap parameter kinematika kecepatan *backhand smash* atlet bulutangkis?
3. Apakah terdapat pengaruh kelelahan mental terhadap parameter kinematika sudut pada segmen tubuh atlet ketika melakukan *backhand smash*?

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Secara umum tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan akurasi dan parameter kinematika teknik *backhand smash* atlet sebelum dan sesudah mengalami kelelahan mental.

1.3.2 Tujuan Khusus

Tujuan dari penelitian ini secara khusus untuk mengetahui dampak kelelahan mental terhadap psikomotor atlet bulutangkis, dari segi akurasi dan perubahan kinematika di setiap tahapan gerak *backhand smash*.

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan ilmu pengetahuan dan informasi bagi para pelaku olahraga bulutangkis baik pelatih maupun atlet mengenai kinematika gerak pada teknik gerakan *backhand smash*.

1.4.2. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi atlet maupun pelatih untuk menjadi perhatian lebih bahwa kelelahan mental merupakan aspek penting yang harus dapat diatasi agar dapat mencapai prestasi yang lebih baik.

1.5. Struktur Organisasi Tesis

Proposal tesis ini terdiri dari 3 bab yang terdiri dari:

BAB I Pendahuluan, yang berisikan latar belakang penelitian, rumusan masalah penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan struktur organisasi proposal tesis.

BAB II Kajian Pustaka, merupakan landasan teori, gambaran umum mengenai dasar teori penelitian, penelitian yang relevan dan hipotesis penelitian.

BAB III Metode Penelitian, berisikan desain penelitian, populasi dan sampel, prosedur penelitian, definisi operasional, program penelitian dan analisis data.

BAB IV Temuan dan Pembahasan, merupakan sajian data hasil penelitian, uji asumsi dan uji hipotesis juga pembahasan dan diskusi penelitian.

BAB V Kesimpulan dan rekomendasi penelitian.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Kajian Pustaka

2.1.1. Bulutangkis

Bulutangkis adalah salah satu olahraga paling populer di dunia, dengan pengikut lebih dari 200 juta (Kwan et al., 2010). Menurut karakteristiknya, bulutangkis merupakan olahraga dengan intensitas tinggi dengan aksi berselang di mana pemain harus mempertahankan tingkat intensitas yang tinggi dalam waktu yang cukup lama (Phomsoupha & Laffaye, 2015). Selain itu, perubahan arah yang cepat, lompatan yang tinggi, kecepatan maksimum untuk melakukan *lunge* di depan net dan gerakan lengan yang cepat dari berbagai posisi postural dibutuhkan dalam permainan bulutangkis (Hong et al., 2014; Shariff et al., 2009). Pemain bulutangkis juga membutuhkan kemampuan fisik yang hebat terutama kelincahan, kekuatan aerobik, dan daya ledak (Jeyaraman et al., 2012). Chin et al. (1995) mengungkapkan beberapa faktor penting yang mempengaruhi keberhasilan dalam permainan ini antara lain teknik dan taktik.

Untuk tetap dapat mengimbangi kecepatan permainan yang tinggi, waktu reaksi yang cepat dibutuhkan untuk mencapai kinerja kualitas tinggi (de França Bahia Loureiro et al., 2017). Kemudian pemain juga harus memusatkan perhatiannya pada *shuttlecock* dan lawan mereka untuk dapat mengantisipasi perpindahan mereka dan dapat mengambil keputusan untuk mengarahkan *shuttlecock* ke bidang yang jauh dari jangkauan lawan (Phomsoupha & Laffaye, 2015). Hal tersebut dikarenakan arah lintasan *shuttlecock* yang diterbangkan lawan juga sering tidak biasa dan mengejutkan (Alam et al., 2010; Laffaye, 2013). Sehingga dalam permainan bulutangkis selain dibutuhkan kemampuan fisik yang mumpuni, dibutuhkan pula kemampuan kognitif yang baik.

Hasil penelitian dari Cabello Manrique & González-Badillo (2003) menunjukkan, denyut jantung maksimum yang dapat dicapai dalam permainan bulutangkis adalah 190,5 bpm dengan denyut jantung rata-rata

173,5 bpm dengan interval performa selama 6,4 detik dan waktu istirahat selama 12,9 detik. Selain itu lama permainan bulutangkis dalam skema kompetitif biasanya di antara 40 menit hingga 1 jam lebih (Chen & Chen, 2008; Chin et al., 1995). Dengan lama permainan dan intensitas yang tinggi tersebut, dapat dipastikan rata-rata pemain bulutangkis pada menit-menit akhir yang mana waktu tersebut cukup krusial untuk dapat memenangkan pertandingan, mereka akan berada pada kondisi lelah.

2.1.2. Kelelahan

Kelelahan menjadi perhatian utama semua atlet, pelatih, dan ilmu pelatihan klinis. Sejatinya definisi kelelahan di antara para ahli masih banyak perdebatan, baik dari penyebab kelelahan, serta cara untuk mengatasi kelelahan dalam meningkatkan performa. Terlepas dari hal tersebut, yang pasti mengenai kelelahan yaitu berkurangnya kekuatan otot (fenomena yang paling mencirikan kelelahan), kemudian kelelahan merupakan sensasi yang dirasakan oleh tubuh (Philips, 2015). Philips dalam bukunya menjelaskan bahwa kelelahan yang disebabkan oleh aktivitas fisik terbagi menjadi dua yaitu kelelahan pusat (*central fatigue*) dan kelelahan perifer (*peripheral fatigue*) yang menginduksi penurunan kinerja otot yang terbagi lagi menjadi *neuromuscular fatigue* dan *muscle fatigue* (Gandevia, 2001).

Boolani et al. (2020) dalam penelitiannya membuktikan bahwa kelelahan secara umum mengakibatkan *Range of Motion* dari sendi lutut saat pendaratan lompat mengalami penurunan yang signifikan, selain itu *flexion of knee angle* juga mengalami penurunan dan menunjukkan pola pendaratan yang lebih kaku. Kemudian ketika kita berlari dalam kondisi lelah, terbukti meningkatkan lebar langkah dan kecepatan kontak tumit yang tentunya akan meningkatkan kebutuhan tubuh akan keseimbangan dinamis yang akan meningkatkan risiko cedera (Kellis & Liassou, 2009). Kelelahan juga terbukti menurunkan sudut fleksi maksimal selama servis tenis (Fenter et al., 2017), hal tersebut terjadi karena kelelahan dapat bertindak sebagai mekanisme pelindung untuk menghindari cedera dengan membatasi rentang gerak dan kekuatan yang besar (MS & Kovacs, 2006). Hasil penelitian yang dilakukan

Rusdiana et al. (2020), menunjukkan bahwa kecepatan pada saat melakukan pukulan *smash* mengalami penurunan pada kondisi lelah.

2.1.3. *Mental Fatigue*

Literatur ilmu olahraga secara tradisional mendefinisikan kelelahan yang diakibatkan aktivitas mental (berpikir) sebagai kelelahan mental, secara subjektif kelelahan mental ini meningkatkan persepsi lelah dan rasa kurang berenergi (Marcora et al., 2009). Hal ini selaras dengan yang dikemukakan oleh Boksem & Tops (2008) bahwasanya kelelahan mental adalah keadaan psikobiologi yang disebabkan oleh aktivitas kognitif yang dilakukan dalam waktu lama dan ditandai dengan persepsi lelah dan kekurangan energi secara subjektif. Persepsi ini sangat umum dalam kehidupan modern sehari-hari dan umumnya melibatkan kelelahan, keengganan untuk melanjutkan aktivitas yang tengah dilakukan, dan penurunan tingkat komitmen terhadap tugas yang diberikan (Hockey, 1997; Meijman, 2000).

Seperti yang telah diketahui, kelelahan dalam olahraga terbagi menjadi dua yaitu *central fatigue* dan *peripheral fatigue*. Dari penelitian yang dilakukan oleh Pageaux et al. (2015) MF tidak mempengaruhi kelelahan pusat dilihat dari respons tubuh ketika melakukan *Whole Body Endurance Task*, kemudian MF juga tidak mempengaruhi fungsi neuromuskuler dilihat dari pengetesan *maximal voluntary contraction* pada ekstensor lutu. Dari penelitian tersebut diketahui bahwa MF merupakan fenomena yang unik yang belum banyak dipahami banyak orang, sedangkan dampaknya cukup berarti seperti contoh dalam penelitian yang dilakukan oleh Shortz et al., (2015) diketahui bahwa *mental fatigue* (MF) sangat berperan dalam menurunkan kinerja psikomotor seseorang.

Kelelahan mental dapat disebabkan oleh aktivitas kognitif yang dilakukan pada saat berolahraga maupun sebelum berolahraga, tentunya aktivitas-aktivitas yang menggunakan kemampuan kognitif dengan waktu yang lama, yang tentunya akan memicu terjadinya kelelahan mental. Hal ini dapat dilihat dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Trecroci et al. (2020), peneliti merekomendasikan untuk tidak melakukan aktivitas yang banyak

menggunakan kemampuan kognitif sebelum bertanding untuk meningkatkan kesiapan dalam melakukan teknik dan pengambilan keputusan yang baik.

2.1.4. Akurasi

Kelelahan diketahui memiliki pengaruh negatif terhadap ketepatan akurasi, contohnya penelitian dari Nibbeling et al. (2014), hasil penelitiannya menunjukkan bahwa kelelahan akibat aktivitas fisik menurunkan tingkat akurasi menembak seorang tantara. Latihan intensitas tinggi juga diketahui menurunkan kemampuan akurasi dari keterampilan *shooting* bola basket pada atlet basket muda (Mulazimoglu et al., 2017).

Dalam olahraga permainan yang membutuhkan ketepatan gerak, akurasi merupakan aspek penting untuk sukses (Oudejans et al., 2012). Pemain profesional dapat memukul dengan kuat dan akurat ke lokasi mana pun di sisi lapangan lawan mereka (Elliott et al., 2009). Pengukuran akurasi hasil dari suatu teknik pukulan atau lemparan hanya di fokuskan pada mekanika tubuh bagian atas atlet (*upper extremity*) selama fase melakukan pukulan atau lemparan (Oudejans et al., 2012). Sehingga dalam penelitian ini apabila terjadi perubahan tingkat akurasi dari hasil pukulan *backhand smash*, maka peneliti membuat hipotesis bahwa mekanika gerak yang dilakukan oleh atlet terjadi perubahan juga.

2.1.5. Kinematika Olahraga

Kinematika merupakan cabang dari biomekanika yang berhubungan dengan geometri gerak benda, termasuk pergeseran, kecepatan, dan akselerasi, tanpa memperhitungkan gaya yang menciptakan gerak (Zatsiorsky, 1998). Karakteristik kinematika yang diketahui banyak orang adalah perpindahan (jarak yang ditempuh, dalam meter atau derajat) dan kecepatan (perpindahan dalam waktu tertentu: misalnya, meter per detik atau derajat per detik) (McLester & Pierre, 2008).

2.1.6. Parameter Kinematika *Backhand Smash*

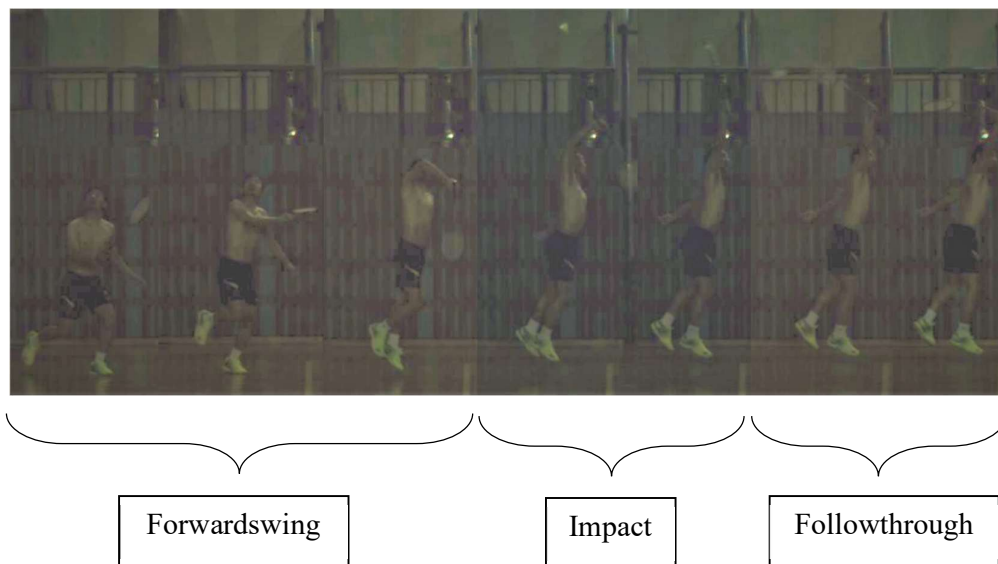
Dalam permainan bulutangkis pukulan *smash* merupakan pukulan yang cepat, curam, kuat (Grice, 2008), semua pukulan dasar bulutangkis dapat dimainkan sebagai *backhand*, tidak terkecuali pukulan *smash* (Brahms, 2010). Pukulan *backhand smash* adalah keterampilan tingkat lanjut yang membutuhkan waktu yang tepat, tingkat keterampilan yang lebih tinggi, dan koordinasi mata-tangan yang baik (Grice, 2008).

Sehubungan dengan kekuatan pukulan bulutangkis, sebelumnya diyakini bahwa semua pukulan bulutangkis kekuatannya bersumber dari rotasi *forearm* daripada pergelangan tangan (Poole, 1970). Penelitian lebih lanjut menunjukkan bahwa pronasi sendi radioulnar, ekstensi sendi siku, dan deviasi ulnaris juga penting (Sakurai et al., 2008). Dari analisis tiga pukulan *overhead backhand* yang berbeda (*smash*, *clear* dan *drop*) yang di fokuskan pada posisi awalan (*forwardswing*) ke titik kontak dengan *shuttlecock* (*impact*), ditemukan bahwa meningkatkan kecepatan sudut bahu dan kecepatan sudut pergelangan tangan dari *smash* dan *clear* akan meningkatkan kecepatan *shuttlecock* (Huang et al., 2002). Fong et al. (2019) melaporkan bahwa rotasi bahu internal memberikan kontribusi paling signifikan (hingga 66%) terhadap kecepatan kepala raket. Kemudian Rogowski et al. (2014) menyatakan bahwa kombinasi rotasi internal bahu dan *forearm supination* memberikan dukungan sekitar 53% untuk kecepatan *shuttlecock*.

Penelitian dalam olahraga yang menggunakan raket cenderung mengabaikan ekstremitas bawah (*lower extremity*) (Lees et al., 2008). Meskipun demikian, kekuatan pukulan juga dapat bertambah dengan adanya kekuatan dari ekstremitas bawah, dalam pengujiannya ketika melakukan pukulan *forehand* tenis lapangan dihubungkan dengan kecepatan bola, *Ground Reaction Force* (GRF) terbukti meningkatkan produksi kecepatan bola namun hanya pada lompatan vertikal (Shimokawa et al., 2020) sedangkan apabila kita amati dalam pukulan *backhand smash*, lompatan yang dilakukan atau *force* yang diberikan lebih ke arah menggeser (*drag*, lebih banyak ke arah horizontal), selain itu arah lompatan dan arah pukulan *backhand smash* berlawanan sehingga *kinetic chain* tidak terjadi pada semua segmen tubuh, pada teorinya banyaknya segmen tubuh yang dapat dikoordinasikan pada arah yang sama semakin tinggi kecepatan ayunan raket yang diperoleh (Elliott, 2006). Sehingga *backhand smash* tidak pernah lebih cepat dari *forehand smash* karena putaran sudut pada sendi panggul dilakukan secara terbatas selain itu peningkatan momentum hanya terjadi apabila gaya yang digunakan searah dengan gerak. Hal ini terjadi karena *backhand smash* lebih mementingkan kecepatan pengembalian daripada kecepatan *shuttlecock*

yang dihasilkan, semakin sedikit segmen tubuh yang terintegrasi maka semakin sedikit waktu yang dibutuhkan untuk *impact* dengan *shuttlecock*, namun kecepatan yang dihasilkan tentu saja terbatas karena *power* yang dihasilkan tidak maksimal. *Power* merupakan usaha dibagi waktu tempuh, namun besaran usaha berbanding lurus dengan jarak perpindahannya yang di mana pada pukulan *backhand smash* jarak *racket* dengan *shuttlecock* diperpendek. Penggunaan pukulan *backhand smash* bulutangkis seperti penggunaan pukulan jab pada tinju.

Ditinjau dari paparan di atas, penelitian ini difokuskan pada ekstremitas tubuh bagian atas (*upper extremity*). Berdasarkan urutan gerakannya, ekstremitas atas dimulai dari rotasi sendi bahu, siku, dan pergelangan tangan (Creveaux et al., 2013). Sehingga dalam penelitian ini parameter kinematika sudut yang dapat diambil di fokuskan pada ekstremitas tubuh bagian atas, dilihat dari parameter penelitian yang relevan pada penelitian (Rusdiana et al., 2021) kemudian dibatasi pada kemampuan penelitian di lihat dari penelitian yang telah dilakukan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.1

Fase Gerak Teknik Backhand Smash



Gambar 2.2

Horizontal Shoulder Adduction pada tahap *Forwardswing*



Gambar 2.3

Shoulder Internal Rotation pada tahap *Forwardswing*



Gambar 2.4

Elbow Flexion pada tahap *Forwardswing*



Gambar 2.5

Forearm Pronation pada tahap *Forwardswing*

Descriptives

	Stat		Statistic	Std. Error		
SA	Pre	Mean	118.183	5.7827		
		95% Confidence Interval for	Lower Bound	103.318		
		Mean	Upper Bound	133.048		
		5% Trimmed Mean		117.987		
		Median		117.900		
		Variance		200.638		
		Std. Deviation		14.1647		
		Minimum		100.5		
		Maximum		139.4		
		Range		38.9		
		Interquartile Range		22.2		
		Skewness		.350	.845	
		Kurtosis		-.745	1.741	
			Post	Mean	111.983	5.8230
				95% Confidence Interval for	Lower Bound	97.015
Mean	Upper Bound			126.952		
5% Trimmed Mean				111.731		
Median				113.650		
Variance				203.446		
Std. Deviation				14.2634		
Minimum				95.4		
Maximum				133.1		
Range				37.7		
Interquartile Range				25.1		
Skewness				.245	.845	
Kurtosis				-.827	1.741	
HSAI	Pre			Mean	37.250	5.1464
				95% Confidence Interval for	Lower Bound	24.021
		Mean	Upper Bound	50.479		
		5% Trimmed Mean		36.611		
		Median		34.500		
		Variance		158.911		
		Std. Deviation		12.6060		
		Minimum		25.2		
		Maximum		60.8		

		Range	35.6	
		Interquartile Range	17.2	
		Skewness	1.597	.845
		Kurtosis	3.013	1.741
	Post	Mean	42.933	7.3004
		95% Confidence Interval for	Lower Bound	24.167
		Mean	Upper Bound	61.700
		5% Trimmed Mean	43.098	
		Median	42.000	
		Variance	319.779	
		Std. Deviation	17.8824	
		Minimum	21.1	
		Maximum	61.8	
		Range	40.7	
		Interquartile Range	34.3	
		Skewness	-.031	.845
		Kurtosis	-2.593	1.741
SFI	Pre	Mean	177.450	6.2854
		95% Confidence Interval for	Lower Bound	161.293
		Mean	Upper Bound	193.607
		5% Trimmed Mean	176.861	
		Median	176.000	
		Variance	237.039	
		Std. Deviation	15.3961	
		Minimum	160.6	
		Maximum	204.9	
		Range	44.3	
		Interquartile Range	20.7	
		Skewness	1.208	.845
		Kurtosis	1.977	1.741
	Post	Mean	186.333	2.9834
		95% Confidence Interval for	Lower Bound	178.664
		Mean	Upper Bound	194.002
		5% Trimmed Mean	186.104	
		Median	185.000	
		Variance	53.403	
		Std. Deviation	7.3077	
		Minimum	180.0	
		Maximum	196.8	

Range	16.8	
Interquartile Range	12.6	
Skewness	.422	.845
Kurtosis	-1.937	1.741

Descriptives

	Stat		Statistic	Std. Error		
SAF	Pre	Mean	105.683	4.8453		
		95% Confidence Interval for	Lower Bound	93.228		
		Mean	Upper Bound	118.139		
		5% Trimmed Mean		105.731		
		Median		104.300		
		Variance		140.862		
		Std. Deviation		11.8685		
		Minimum		89.1		
		Maximum		121.4		
		Range		32.3		
		Interquartile Range		21.1		
		Skewness		.012	.845	
		Kurtosis		-.903	1.741	
		SAF	Post	Mean	99.883	4.9925
				95% Confidence Interval for	Lower Bound	87.050
Mean	Upper Bound			112.717		
5% Trimmed Mean				99.748		
Median				100.600		
Variance				149.550		
Std. Deviation				12.2291		
Minimum				84.3		
Maximum				117.9		
Range				33.6		
Interquartile Range				22.0		
Skewness				.183	.845	
Kurtosis				-.569	1.741	
HSAF	Pre			Mean	30.600	6.5513
				95% Confidence Interval for	Lower Bound	13.759
		Mean	Upper Bound	47.441		
		5% Trimmed Mean		29.744		
		Median		24.950		

		Variance	257.516	
		Std. Deviation	16.0473	
		Minimum	17.0	
		Maximum	59.6	
		Range	42.6	
		Interquartile Range	25.1	
		Skewness	1.474	.845
		Kurtosis	1.838	1.741
	Post	Mean	40.050	8.5120
		95% Confidence Interval for	Lower Bound	18.169
		Mean	Upper Bound	61.931
		5% Trimmed Mean	40.500	
		Median	43.100	
		Variance	434.727	
		Std. Deviation	20.8501	
		Minimum	10.2	
		Maximum	61.8	
		Range	51.6	
		Interquartile Range	36.5	
		Skewness	-.400	.845
		Kurtosis	-1.794	1.741
EFF	Pre	Mean	164.750	2.6908
		95% Confidence Interval for	Lower Bound	157.833
		Mean	Upper Bound	171.667
		5% Trimmed Mean	165.078	
		Median	167.150	
		Variance	43.443	
		Std. Deviation	6.5911	
		Minimum	152.5	
		Maximum	171.1	
		Range	18.6	
		Interquartile Range	8.7	
		Skewness	-1.602	.845
		Kurtosis	2.781	1.741
	Post	Mean	162.583	2.7178
		95% Confidence Interval for	Lower Bound	155.597
		Mean	Upper Bound	169.570
		5% Trimmed Mean	162.720	
		Median	163.250	

		Variance		44.318		
		Std. Deviation		6.6572		
		Minimum		151.8		
		Maximum		170.9		
		Range		19.1		
		Interquartile Range		10.8		
		Skewness		-.629	.845	
		Kurtosis		.491	1.741	
WDF	Pre	Mean		43.967	3.0252	
		95% Confidence Interval for	Lower Bound	36.190		
		Mean	Upper Bound	51.743		
		5% Trimmed Mean		43.802		
		Median		41.050		
		Variance		54.911		
		Std. Deviation		7.4102		
		Minimum		37.4		
	Maximum		53.5			
	Range		16.1			
	Interquartile Range		15.6			
	Skewness		.768	.845		
	Kurtosis		-1.883	1.741		
		Post	Mean		46.717	3.4115
			95% Confidence Interval for	Lower Bound	37.947	
			Mean	Upper Bound	55.486	
	5% Trimmed Mean			46.680		
	Median			45.600		
	Variance			69.830		
	Std. Deviation			8.3564		
	Minimum			36.0		
	Maximum		58.1			
	Range		22.1			
	Interquartile Range		15.9			
	Skewness		.230	.845		
	Kurtosis		-1.236	1.741		
SFF	Pre	Mean		183.900	7.8983	
		95% Confidence Interval for	Lower Bound	163.597		
		Mean	Upper Bound	204.203		
		5% Trimmed Mean		184.417		
		Median		184.200		

		Variance	374.296	
		Std. Deviation	19.3467	
		Minimum	150.8	
		Maximum	207.7	
		Range	56.9	
		Interquartile Range	26.6	
		Skewness	-.862	.845
		Kurtosis	1.481	1.741
	Post	Mean	203.033	5.6936
		95% Confidence Interval for	Lower Bound	188.397
		Mean	Upper Bound	217.669
		5% Trimmed Mean	203.520	
		Median	205.750	
		Variance	194.503	
		Std. Deviation	13.9464	
		Minimum	180.0	
		Maximum	217.3	
		Range	37.3	
		Interquartile Range	24.9	
		Skewness	-.904	.845
		Kurtosis	.228	1.741
RD	Pre	Mean	94.333	58.7552
		95% Confidence Interval for	Lower Bound	-56.702
		Mean	Upper Bound	245.368
		5% Trimmed Mean	94.870	
		Median	95.000	
		Variance	20713.067	
		Std. Deviation	143.9203	
		Minimum	-72.0	
		Maximum	251.0	
		Range	323.0	
		Interquartile Range	299.0	
		Skewness	-.021	.845
		Kurtosis	-2.483	1.741
	Post	Mean	164.167	37.4748
		95% Confidence Interval for	Lower Bound	67.835
		Mean	Upper Bound	260.499
		5% Trimmed Mean	166.352	
		Median	168.000	

Variance	8426.167	
Std. Deviation	91.7942	
Minimum	17.0	
Maximum	272.0	
Range	255.0	
Interquartile Range	152.3	
Skewness	-.612	.845
Kurtosis	.061	1.741

Descriptives

	Stat		Statistic	Std. Error	
SER	Pre	Mean	1467.6830	94.28088	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	1260.1721	
			Upper Bound	1675.1938	
		5% Trimmed Mean	1459.2557		
		Median	1394.0834		
		Variance	106666.623		
		Std. Deviation	326.59857		
		Minimum	1091.25		
		Maximum	1995.81		
		Range	904.56		
	Interquartile Range	606.09			
	Skewness	.658	.637		
	Kurtosis	-1.036	1.232		
	Post	Mean	1871.0723	70.26482	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	1716.4205	
			Upper Bound	2025.7241	
		5% Trimmed Mean	1864.7724		
		Median	1882.4121		
		Variance	59245.745		
Std. Deviation		243.40449			
Minimum		1587.58			
Maximum		2267.97			
Range		680.39			
Interquartile Range	385.55				
Skewness	.364	.637			
Kurtosis	-.787	1.232			
WP	Pre	Mean	1169.1822	73.84328	

	95% Confidence Interval for	Lower Bound	1006.6542	
	Mean	Upper Bound	1331.7102	
	5% Trimmed Mean		1177.8010	
	Median		1193.1582	
	Variance		65433.962	
	Std. Deviation		255.80063	
	Minimum		693.89	
	Maximum		1489.33	
	Range		795.44	
	Interquartile Range		249.63	
	Skewness		-.912	.637
	Kurtosis		.538	1.232
Post	Mean		1465.3562	55.68335
	95% Confidence Interval for	Lower Bound	1342.7980	
	Mean	Upper Bound	1587.9145	
	5% Trimmed Mean		1465.5129	
	Median		1455.4837	
	Variance		37207.632	
	Std. Deviation		192.89280	
	Minimum		1184.70	
	Maximum		1743.20	
	Range		558.50	
	Interquartile Range		359.64	
	Skewness		.094	.637
	Kurtosis		-.936	1.232