JURNAL OLAHRAGA REKREASI SAMUDRA
Volume 8, No. 2, Desember 2025, pp. 73-88
DOI : -
ISSN : 2721-8023 (print)
ISSN : - (online)

ANALISIS GERAK *KNEE ANGEL* TENDANGAN *SHOOTING* DENGAN EFEK KELELAHAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE* KINOVEA

Syaiful Fikri[1], Fitria[2*], Andi Nova[3], Muhajjir Syahputra[4]

[1,2,3,4]Universitas Samudra, Langsa Lama, Kota Langsa, Indonesia
[1]alfikri082@gmail.com; [2*]fitria@unsam.ac.id; [3]andinova@unsam.ac.id; [4]muhajjirsyahputra@unsam.ac.id

ARTICLE INFO

Article history
Received :3 Oktober 2025
Revised : 1 November 2025
Accepted :1 Desember 2025

Keywords
Knee Angel
Shooting
Software Kinovea

ABSTRACT

The knee angel is an important component that affects stability, strength, and accuracy in shooting. The smaller the knee angel when kicking, the better the accuracy and speed of the ball produced. This is because a narrow angle creates greater momentum and a more controlled kick direction. This study aims to analyze changes in knee angel and shooting kick speed with the effects of fatigue using Kinovea software. The research method uses a quantitative approach in the form of comparative analysis through a pre-test and post-test treatment fatigue experimental design. Knee angel and body tilt data were analyzed through video recordings using Kinovea 0.8.15 software. The results showed a significant change in the pretest and posttest knee angel due to fatigue treatment where, t-count (4.33) > t-table (2.571) gave the results of inaccurate shooting kick speed. These findings indicate that the effect of fatigue affects students' shooting kick performance through changes in knee angel during the pretest and posttest and can provide recommendations for training programs through a biomechanical approach through Kinovea software to optimize technique and reduce the risk of injury.

This is an open access article under the CC–BY-SA license.

Kata kunci
Knee Angel
Shooting
Software Kinovea

ABSTRAK

Sudut lutut merupakan komponen penting yang mempengaruhi kestabilan, kekuatan, dan akurasi dalam mekakukan shooting. Semakin kecil sudut lutut saat melakukan tendangan, maka semakin bagus akurasi dan laju kecepatan bola yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena sudut yang sempit menciptakan momentum yang lebih besar dan arah tendangan yang lebih terkontrol. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan sudut lutut (knee angel) dan kecepatan tendangan shooting dengan efek kelelahan menggunakan software kinovea. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif berupa analisis perbandingan melalui desain eksperimen pra dan pasca treatment kelelahan.Data sudut lutut dan kemiringan tubuh dianalisis melalui rekaman video menggunakan software kinovea 0.8.15. Hasil penelitian menunjukkan adanya perubahan yang signifikan pada sudut lutut pretest dan posttest akibat treatment kelelahan dimana, t-hitung (4,33) > t-tabel (2,571) memberikan hasil kecepatan tendangan shooting yang tidak akurasi.Temuan ini mengindikasikan bahwa efek kelelahan berpengaruh kepada performa tendangan shooting siswa melalui perubahan sudut lutut saat pretest dan posttest serta dapat memberikan rekomendasi program latihan melalui pendekatan biomekanika melalui

software kinovea untuk mengoptimalkan teknik dan mengurangi risiko cidera.

Artikel ini open akses sesuai dengan lisesni CC–BY-SA

PENDAHULUAN

Olahraga merupakan salah satu bentuk dari upaya peningkatan kualitas manusia yang diarahkan pada pembentukan watak dan kepribadian, disiplin dan sportifitas yang tinggi, serta peningkatan prestasi optimal yang dapat membangkitkan rasa percaya diri. Olahraga dapat membuat orang yang sakit menjadi sehat, hal ini dikenal dengan istilah kesegaran jasmani. Kesegaran jasmai yaitu satu keadaan seseorang dapat melakukan aktivitas yang lain diluar aktivitas yang rutin dikerjakan tanpa merasakan kelelahan yang sangat berarti. Olahraga pada dasarnya merupakan serangkaian gerak raga yang teratur dan terencana untuk memelihara dan meningkatkan kemampuan gerak, serta bertujuan untuk mempertahankan, dan meningkatkan kualitas hidup seseorang. Hal tersebut sejalan dengan yang diamanatkan dalam Undang-Undang Sistem Keolahragaan Nasional Nomor 3 Tahun 2005 bahwa, "olahraga adalah segala kegiatan yang sistematis untuk mendorong, membina, serta mengembangkan potensi jasmani, rohani, dan sosial". Menurut (Giriwijoyo, 2013) mengatakan bahwa olahraga adalah serangkaian gerak raga yang teratur dan terencana yang dilakukan orang dengan sadar untuk meningkatkan kemampuan fungsionalnya, yang pada dasarnya olahraga adalah tentang partisipasi. Seseorang yang berpasrtisipaasi dalam meningkatkan kemampuan fungsionalnya dalam olahraga diebut dengan atlet. Para atlet akan berlomba dalam meningkatkan prestasi olahraga yang dapat menyatukan individu dan komunitas, menyoroti kesamaan dan menjembatani perbedaan budaya atau etnis. Salah satu olahraga yang banyak digemari para atlet ialah sepak bola.

Sepak bola mempunyai induk organisasi diseluruh dunia yaitu FIFA (*Federation International Football Association*). FIFA menaungi semua kegiatan internasional sepak bola diseluruh benua seperti benua Eropa, Asia, Afrika, Amerika utara, Amerika Selatan, dan Oceania. Organisasi sepak bola pada setaip benua memiliki masing-masing nama yaitu pada Benua Eropa ialah (UEFA) *Union of European Football Associations*, Benua Asia ialah (AFC) *Asian Football Confederation, benua Afrika* (CAF) *Conferederation of African Football*, benua Amerika Utara (CONCACAF) *Confederation of North Central Americanand Caribbean Association Football*, benua Amerika Selatan (CONMEBOL) *Confederacion sudamericana de Futbol, dan benua Oceania* ialah (OFC) *Oceania Football Confederation*. Sejarah sepak bola di Indonesia diawali dengan lahirnya sebuah organisasi Persatuan Sepak Bola Seluruh Indonesia (PSSI) di Yogyakarta pada 19 April 1930 yang dipimpin oleh Soeratin Sosrosoegondo yang menyatakan bahwa olahraga ini pertama kali dimainkan pada saat masa penjajahan Belanda dan hingga kini sepak bola menjadi salah satu cabang olahraga yang popular di Indonesia dari kalangan usia muda dan usia dewasa. Perkembangan sepak bola di Indonesia cukup signifikan dikarenakan digemari seluruh kalangan, baik atlet professional maupun masyarakat umum. Tujuan setiap pemain pada pertandingan sepak bola ialah mencetak angka sebanyak mungkin dengan cara memasukkan bola ke arah gawang lawan (Arjunnaja et al., 2022).

Permainan sepak bola pada saat ini merupakan permainan yang atraktif dan menarik untuk ditonton. Dengan durasi waktu permainan 90 menit, banyak kemampuan teknik dan gaya permainan ditampilkan oleh seorang atlet sepak bola. Permainan sepak bola adalah permainan

beregu yang mempunyai tujuan untuk memasukkan bola sebanyak-banyaknya ke gawang lawan dan mempertahankan gawang sendiri, kelompok yang paling banyak memasukkan bola ke gawang lawan merupakan kelompok yang unggul sebagai pemenang. Kerjasama antar pemain dalam permainan sepak bola sangat dibutuhkan seperti kekompakan dan saling mengimbangi satu sama lain sehingga dapat memberikan performa yang baik dalam pertandingan. Inti dari permainan ini adalah berusaha menguasai bola dan mencetak gol ke dalam gawang lawan sebanyak mungkin dan berusaha agar tidak kebobolan.

Penguasaan bola untuk dapat mencapai gol diperlukan teknik dasar yang harus dikuasai oleh setiap pemain. Dalam sepak bola terdapat beberapa teknik dasar dalam penguasaan bola antara lain *passing* (mengumpan bola), *shooting* (menendang bola), *controlling* (mengontrol bola), *dribbling* (menggiring bola), *heading* (menyundul bola), *throw in* (melempar ke dalam), dan menangkap bola khusus penjaga gawang (Damarjati & Saputra, 2024). Salah satu teknik dasar yang berpengaruh dalam mencetak sebuah gol atau kemenangan adalah teknik menendang (*shooting*). *Shooting* didefinisikan sebagai teknik menendang bola ke arah gawang untuk mendapatkan poin, baik menggunakan kaki bagian dalam, luar, maupun punggung kaki. Dalam suatu kecabangan olahraga, terdapat ilmu dengan prinsip mekanika yang menganalisis segala gerakan anatomi tubuh manusia, ilmu tersebut dinamakan biomekanika (Wardana & Kusuma, 2021).

Shooting pada dasarnya untuk mengarahkan bola ke arah target goal, dan dalam permainan sepak bola yang menjaga gawang adalah seorang penjaga gawang. (Aras, 2021). Shooting sering dilakukan pada saat sudah mendakati daerah pinalti oleh pemain seperti striker, gelandang, dan sayap. Secara spesifik tujuan melakukan shooting yaitu untuk memasukkan bola ke arah gawang lawan dengan tendangan bola yang cepat untuk menghindari halauan penjaga gawang lawan.

Shooting adalah tendangan yang dilakukan pemain sepak bola dengan kekuatan punggung kaki untuk menciptakan gol ke gawang lawan. Shooting merupakan teknik dasar sepak bola yang harus dikuasai pemain terutama pemain depan, karena peluang paling besar untuk menciptakan gol adalah menembak bola dengan kekuatan kaki ke gawang lawan dengan akurat.Teknik shooting yang paling baik dilakukan dengan punggung kaki. Kunci kekuatan shooting ada pada kekuatan tungkai dan sudut pengambilan tendangan yang optimal.(Junaidi et al., 2019)

Biomekanika merupakan suatu kajian ilmiah yang dapat memecahkan permasalahan yang berkaitan dengan gerakan tubuh dengan jelas. (Suhartoyo et al., 2020). Sedangkan (Ummah, 2019) memberi pengertian tentang biomekanika yang sejalan, merupakan suatu pengetahuan yang berhubungan dengan kekuatan internal maupun eksternal yang bekerja pada tubuh manusia dan merupakan suatu akibat yang ditimbulkan oleh suatu kekuatan yang berasal dari hasil kerja tubuh manusia tersebut.

Menurut Eleftheros Kellis dalam sebuah studi tahun 2007, biomekanika sering digunakan dalam bidang olahraga untuk menganalisis dan mengklasifikasikan gerakan yang dilakukan oleh pemain sehingga atlet dapat memperkuat keterampilannya dan menemukan kelemahannya. Kellis menyatakan bahwa pemahaman biomekanika sangat penting untuk memantau proses pelatihan. Kemudian, menurut penelitian lain, usia dan tingkat perkembangan seorang atlet berpengaruh terhadap kecepatan bola dan kecepatan sudut. Oleh karena itu, kecepatan bola dan kecepatan sudut lutut dapat dipengaruhi oleh dua faktor yang berbeda. Dengan analisis video, dapat memeriksa kedua hal ini menggunakan biomekanika.(Setiawan et al., 2023)

Mekanika adalah salah satu cabang ilmu dari bidang ilmu fisika yang mempelajari gerakan dan perubahan bentuk. Mekanika adalah cabang ilmu yang tertua dari semua cabang ilmu dalam fisika. Biomekanika didefinisikan sebagai bidang ilmu aplikasi mekanika pada system biologi. Biomekanika menyangkut tubuh manusia dan hampir semua tubuh mahluk hidup Dalam biomekanika prinsipprinsip mekanika dipakai dalam penyusunan konsep, analisis, pengembangan peralatan dan sistem dalam biologi dan kedoteran (Kurniawan, 2015)

Konteks biomekanika menjelaskan bahwa teknik *shooting* melibatkan interaksi kompleks antara koordinasi otot, kekuatan, serta sudut gerakan yang memengaruhi efektivitas tendangan (Romadhon & Kusuma, 2018). Analisis biomekanika digunakan dengan tujuan mengevaluasi hasil gerak seorang atlet, sehingga pelatih bisa membedakan mana gerakan yang penting dan tidak, benar atau salah, efektif atau tidak, dan seterusnya (Damarjati & Saputra, 2024). Biomekanika menjadi sangat penting untuk memahami bagaimana setiap komponen gerakan dapat dioptimalkan untuk meningkatkan performa pemain. Secara khusus, biomekanika dalam teknik *shooting* berfokus pada berbagai aspek, seperti analisis sudut lutut, pergelangan kaki, serta transfer energi dari tubuh bagian bawah ke bola. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa pendekatan biomekanika dapat memberikan wawasan mendalam tentang hubungan antara gerakan dan hasil *shooting* yang dihasilkan (Damarjati & Saputra, 2024). Hasil penelitian terdahulu tentang sudut lutut (Aries & Wijaya, 2021) yaitu knee angel sebenarnya memberikan pengaruh yang besar terhadap kecepatan gerak bola. Pada penelitian digunakan akurasi shooting berbasis *software* kinovea, gerakan kaki merupakan keterampilan utama dalam penetuan akurasi *shooting*. Namun, penelitian tetap dapat dilakukan melalui penglihatan pada sudut lutut (knee angel) responden sehingga dapat menghasilkan kecepatan bola saat melakukan akurasi *shooting* sepak bola (Kamaruddin et al., 2024).

Pada Piala Soeratin 2024, performa siswa SSB Elang Biru menurun di akhir babak kedua karena kelelahan. Hal ini menyebabkan mereka gagal memaksimalkan peluang shooting, meskipun arah tendangan sudah tepat. Laju bola menjadi lambat sehingga mudah dihalau kiper lawan. Berdasarkan keterangan pelatih, banyak pemain mengeluh kelelahan yang memengaruhi akurasi dan kekuatan tendangan. Sesuai teori Kroemer & Grandjean (2000) serta Ariani (2021), kelelahan menurunkan efisiensi fisik dan mental, yang berdampak pada performa teknik seperti sudut lutut dan kecepatan shooting di menit-menit krusial pertandingan.

METODE

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif metode deskriptif, metode yang digunakan dalam meneliti terhadap populasi dan sampel. Penelitian ini bertujuan menyajikan data-data berupa angka sebagai hasil penelitian. Metode penelitian deskriptif merupakan suatu metode dalam meneliti kelompok manusia, suatu objek, suatu kondisi, atau peristiwa saat ini. Metode ini yaitu untuk membuat gambaran secara sistematis faktual dan harus akurat sesuai fenomena yang ada. Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan variabel yang dihasilkan dari keadaan sebenarnya. Penelitian ini hanya mendeskripsikan sudut lutut yang berfokus pada data kinematika sudut lutut tubuh dalam tendangan shooting pada olahraga sepak bola.

Langkah-langkah dalam penelitian ini yaitu tahap-tahapannya antara lain:

Ada beberapa tahap yang akan dilakukan dalam penelitian ini, yaitu:

1. *Pre Test* Yang didalamnya memuat derajat sudut lutut yang dianalisis melalui vidio dan perhitungan melalui software kinovea.
2. 2. Memberikan Test RAST(*Running-based Anaerobic Sprint Test*) Test ini yaitu ingin membuat siswa terjadinya kelelahan, sehingga saat melakukan

Post Test. Penulis bisa mendeskripsikan kembali derajat sudut lutut dan kecepatan laju bola.

3. 3. *Post Test* Menganalisis kembali menggunakan vidio dan software kinovea.

Data penelitian dihimpun langsung melalui tes ketepatan *shooting* dengan menggunakan punggung kaki tujuannya yaitu untuk menghasilkan tembakan yang kuat, akurat, dan memiliki kecepatan tinggi.

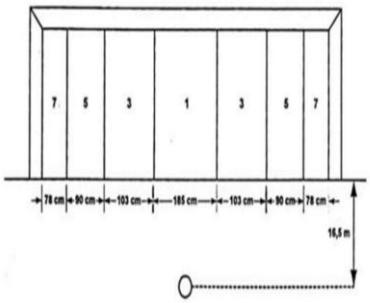
a. Alat dan Fasilitas

1. Tali plastik
2. Meteran panjang
3. Besi pacakan
4. Kun
5. Pluit
6. Bola Kaki
7. Gawang ukuran nasional
8. Dua kamera merk Canon Eos 200D
9. Tapping sebagai ukur titik sendi tubuh

b. Petunjuk Pelaksanaan :

1. Pemain berdiri dibelakang bola yang diletakkan pada sebuah titik yang berjarak 16.5 meter dari sasaran.
2. Pemain diberi tiga kali kesempatan melakukan tendangan ke arah sasaran.
3. Bila bola hasil tendangan mengenai tali atau garis pemisah, maka diambil skor terbesar dari kedua sasaran.

c. Penilaian Norma

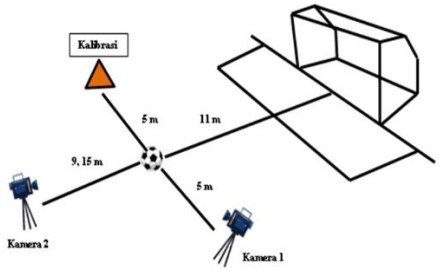


Gambar 1 Instrumen Tes Shooting
Sumber : Nurhasan (2001:163) dalam (Pokhrel, 2024)

NO	Nilai	Klasifiksi	Skor
1	7	Baik	≥ 21
2	5	Sedang	15-20
3	3	Kurang	9-15
4	1	Buruk	≤ 3

Tabel 1 Norma Tes *Shooting*
Sumber : (Mathias, 2023)

d. Jarak Pengambilan Kamera



Gambar 2 Jarak Pengambilan Kamera

Intrumen yang digunakan berupa 2 kamera digital, gawang, roll meter, cone, *Software* Kinovea. Pada proses pengumpulan data, pengambilan video tendangan *shooting* menggunakan punggung kaki direkam menggunakan 2 kamera, dengan catatan posisi kamera 1 tegak lurus dengan arah gawang dan posisi kamera 2 berada di samping sampel. Menempatkan cone sejauh 5 meter dari samping sampel. Video atlet ketika melakukan shooting dianalisis menggunakan Kinovea. Penelitian ini telah lulus uji Etichal Clearance (EC) dengan nomor rilis 368/KEPK/EC/2021. (Arjunnaja et al., 2022)

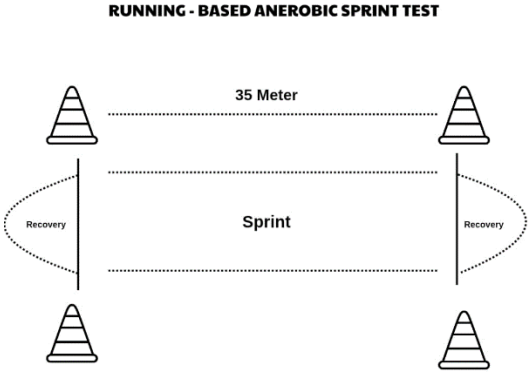
Instrumen yang digunakan untuk kebutuhan penelitian ini adalah aplikasi komputer berbasis software (kinovea), kamera DSLR Canon 600D dengan Frame Per Second (FPS) 60, dan kamera mirorless Sony A6000 dengan Frame Per Second (FPS) 60 (Wardana & Kusuma, 2021), Peneliti lainnya yang mengatakan bahwasanya bisa memakai kamera canon EOS 700D, resolusi video: 4 megapiksel (2304x1728 piksel), kecepatan perekaman: 25 fps/50fps. Kamera2: Fujifilm NINEPIX HS35 EXR, resolusi video: 1808p, kecepatan perekaman: 25 fps/50 fps. (Ar guz et al., 2021).

Evaluasi kelelahan pada atlet dapat dilakukan melalui metode *test rast* untuk menilai kapasitas atlet dalam mempertahankan kemampuan aktifitas fisik di dalam lapangan. Dari teori ini menjelaskan bahwasanya test rast bisa mengakibatkan kelelahan karena adanya terjadi peningkatan denyut jantung yang bermakna setelah uji RAST(*Running-Based Anaerobic Sprint Test*) dilakukan. (Mighra & Djaali, 2021). Test RAST Kelelahan berpengaruh terhadap sudut sendi lutut dan sudut plantar kemudian berpengaruh terhadap kecepatan. Hal tersebut karena di pengaruhi oleh adanya penurunan performa atau adanya faktor kelelahan yang di alami oleh atlet.

Alat ukur dalam daya tahan anaerobik adalah *running-based anaerobic sprint* (RAST). Pelaksanaan :

1. Sikap permulaaan peserta berdiri dibelakang garis start.
2. Pada aba-aba “siap” peserta mengambil sikap start berdiri siap untuk lari.

Pada aba-aba “YA” dengan dibunyikannya peluit peserta lari secepat mungkin, menempuh jarak 35 meter, selama 6 repetisi dan tiap satu repetisi istirahat 10 detik dan terus dilakukan sampai repetisi ke 6.



Gambar 3 *Running-Based Anaerobic Sprint* (RAST)
(Sumber :Rahayu umrayani 2024)

Teknik analisis data pada penelitian ini yaitu menganalisis video gerakan *shooting* menggunakan aplikasi software kinovea 0.8.15. Adapun tahap analisis data adalah mengumpulkan data derajat sudut lutut melalui tendangan s*hooting* sebelum dan sesudah *treatment* kelelahan, data yang diperoleh dari penelitian akan dianalisis menggunakan aplikasi *software* kinovea serta dideskripsikan dalam bentuk tabel dan grafik. Analisis kuantitatif dalam penelitian ini menggunakan analisis rumus perbandingan, tujuan digunakan analisis kuantitatif dalam penelitian ialah untuk mengetahui adanya perubahan yang signifikan pada sudut *knee angel* sebelum dan sesudah melakukan treatment kelelahan menggunakan rumus *Paires* Sampel *T-test* (Daya, 2003).
Rumus *Paires* Sampel *T-test* :

$$t = \frac{\overline{d}}{S_d/\sqrt{n}}$$

Keterangan :

t = Rasio antara besar perubahan rata-rata (t hitung)

$\overline{d}$ = Rata-rata selisih antara sampel data (*Posttest – Pretest*)

S_d= Simpangan baku dari selisih

n = Jumlah sampel

The relationship in this study is an attempt to find whether there is a relationship between arm muscle strength, trunk flexibility, and leg muscle strength on the effect of forward roll movements in floor gymnastics learning for class VI of SD Negeri 1 Percontohan Kampung Tanjung Karang, Aceh Tamiang Regency. In the hypothesis, it is stated that there is a relationship between one variable and another variable, so the correlational procedure can be used to test the hypothesis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Data Hasil Pretest

Sampel	Derajat *Shooting*	Skor *Shooting*	Kecepatan Bola
A	76°	7	12,13 m/s
	84°	5	8,29 m/s
	75°	7	13,52 m/s
B	75°	7	11,78 m/s
	78°	5	10,46 m/s
	72°	7	13,86 m/s
C	73°	7	14,60 m/s
	90°	3	11,70 m/s
	87°	5	12,22 m/s
D	81°	7	14,60 m/s
	93°	3	13,29 m/s
	86°	5	13,41 m/s
E	80°	7	18,75 m/s
	89°	3	18,13 m/s
	99°	3	12,40 m/s
F	94°	5	15,13 m/s
	94°	5	14,34 m/s
	100°	3	7,53 m/s

Tabel 2 Derajat *Knee Angel* Sebelum *Treatment*

2. Data *Treatment Test* Rast

Sampel	Sebelum *Treatment*	Sesudah *Treatment*
A	76/menit	160/menit
B	62/menit	168/menit
C	60/menit	156/menit
D	85/menit	176/menit
E	81/menit	164/menit
F	80/menit	172/menit

Tabel 3 Data *Treatment* Kelelahan

Tabel diatas menjelaskan tentang denyut nadi per menit pada setiap individu sebelum dan sesudah melakukan *treatment* kelelahan. Denyut nadi setiap individu sebelum melakukan treatment kelelahan menunjukkan denyut nadi yang normal hal ini sesuai dengan kriteria denyut nadi normal yaitu antara 70-80 kali per menit serta pada orang yang terlatih rutin melakukan olahraga fisik denyut nadi normal dapat mencapai 50-60 kali per menit.(Khasan et al., 2013). Setelah diberikan *treatment* kelelahan denyut nadi pada setiap individu mengalami peningkatan dan menunjukkan denyut nadi maksimal individu untuk melakukan latihan. Intensitas olahraga untuk prestasi agar suatu latihan maksimal adalah dengan frekuensi denyut nadi antara 80% - 90% dari denyut nadi maksimal (DNM) dengan rumus : 220 – umur (Puji Ratno, 2017).

3. Data Hasil *Posttets*

Sampel	Derajat *Shooting*	Skor *Shooting*	Kecepatan Bola
A	92°	0	7,85 m/s
	91°	1	8,29 m/s
	100°	0	6,68 m/s
B	87°	0	7,86 m/s
	76°	3	12,46 m/s
	79°	0	9,78 m/s
C	92°	0	7,14 m/s
	92°	0	8,12 m/s
	84°	3	8,41 m/s
D	87°	1	8,20 m/s
	118°	0	8,63 m/s
	101°	0	8,08 m/s
E	128°	0	6,34 m/s
	108°	0	6,6 m/s
	96°	1	7,14 m/s
F	102°	0	8 m/s
	96°	1	9,76 m/s
	109°	0	6,49 m/s

Tabel 4 Derajat *Knee Angel* Setelah *Treatment*



Sebelum *Treatmen*t kelelahan



Sesudah T*reatment* kelelahan

Pada penelitian akurasi shooting berbasis *software* kinovea, gerakan kaki merupakan keterampilan utama dalam penetuan akurasi *shooting*. Namun, penelitian tetap dapat dilakukan melalui penglihatan pada sudut lutut (*knee angel*) responden sehingga dapat menghasilkan kecepatan bola saat melakukan akurasi *shooting* sepak bola (Kamaruddin et al., 2024) Hal ini didukung dengan pernyataan (Aries & Wijaya, 2021) yang menyatakan bahwa ada pengaruh yang besar dari *knee angel* terhadap kecepatan bola. Hal ini berbanding lurus dengan yang dikemukakan (Ali, Mohd, Deros, Baba dan ismail (2014) bahwa *knee angel* memeberikan pengaruh yang signifikan terhadap kecepatan laju bola. *Treatment* kelelahan memberikan dampak pada fisik tubuh siswa yang mengakibatkan berubahnya sudut *knee angel* dan berkurangnya laju bola. Hal ini dapat dilihat pada t-table dan perhitungan berdasarkan *Paired* Sample *T-test* yang digunakan untuk membandingkan dua kondisi pada sampel yang sama yaitu melalui *pretest* dan *posttes*t.

	Knee Angle		
Sampel	Rata-Rata *Pretest* (º)	Rata-Rata *Postest* (º)	$\boldsymbol{d_i}$ (*Posttest - Pretest*) (º)

A	78,33	94,33	16
B	75	80,67	5,67
C	83,33	89,33	6
D	86,67	102	15,33
E	89,33	110,67	21,34
F	96	102,33	6,33

Tabel 5 Selisih Antara Sampel Data

Perhitungan rata-rata selisih sampel $(\overline{d})$:

$\overline{d} = \frac{d}{n}$

$\overline{d} = \frac{16+5,67+6+15,33+21,34+6,33}{6} = 11,78$

Perhitungan simpangan baku (S_d) :

$S_d = \sqrt{\frac{\sum(d_i-\overline{d})^2}{n-1}}$

Knee Angle			
Sampel	d_i	d_i - 11,78	$(\boldsymbol{d_i - \overline{d}})^2$
A	16	4,22	17,80
B	5,67	-6,11	37,34
C	6	-5,78	33,41
D	15,33	3,55	12,60
E	21,34	9,56	91,38
F	6,33	-5,45	29,70

Tabel 6 Selisih Sampel Kuadrat

$\sum(d_i - \overline{d})^2$ = 17,80 + 37,34 + 33,41 + 12,60 + 91,38 + 29,70 = 222,23

$S_d = \sqrt{\frac{222,23}{6-1}} = \sqrt{44,45} = 6,67$

Perhitungan nilai rasio antara besar perubahan rata-rata (t hitung) :

$t = \frac{\overline{d}}{S_d/\sqrt{n}} = \frac{11,78}{6,67/\sqrt{6}} = \frac{11,78}{2,72} = 4,33$

Perbandingan dengan t – *table*

Pr / df	0.25 0.50	0.10 0.20	0.05 0.10	0.025 0.050	0.01 0.02	0.005 0.010	0.001 0.002
1	1.00000	3.07768	6.31375	12.70620	31.82052	63.65674	318.30884
2	0.81650	1.88562	2.91999	4.30265	6.96456	9.92484	22.32712
3	0.76489	1.63774	2.35336	3.18245	4.54070	5.84091	10.21453
4	0.74070	1.53321	2.13185	2.77645	3.74695	4.60409	7.17318
5	0.72669	1.47588	2.01505	2.57058	3.36493	4.03214	5.89343
6	0.71756	1.43976	1.94318	2.44691	3.14267	3.70743	5.20763
7	0.71114	1.41492	1.89458	2.36462	2.99795	3.49948	4.78529
8	0.70639	1.39682	1.85955	2.30600	2.89646	3.35539	4.50079
9	0.70272	1.38303	1.83311	2.26216	2.82144	3.24984	4.29681
10	0.69981	1.37218	1.81246	2.22814	2.76377	3.16927	4.14370

Tabel 7 Titik Presentase Distribusi

Pengujian ini menggunakan pengujian dua arah dan menggunakan probalitas 5% yang merupakan probalitas paling umum yang digunakan peneliti dalam pengujjian hipotesis. Maka ;
df = n – 1 = 5

α = 0,05 (dua sisi)

t – table = 2,571

Berdasarkan hasil perhitungan di atas dapat dilihat bahwa nilai t hitung (4,33) > t –tabel (2,571) hal ini menunjukkan terdapat perbedaan yang siginifikan pada *knee angle* antara *pretest* dan *posttest* (Nuryadi et al., 2017) Perbedaan ini dapat pula dilihat berdasarkan grafik dibawah :

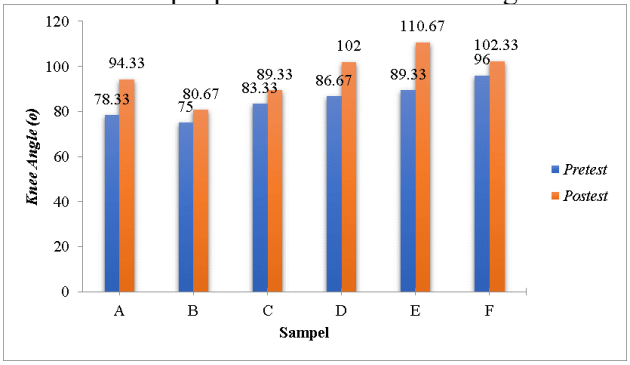


Diagram Batang 1 Grafik Perubahan Nilai *Knee Angle Pretest* Dan *Posttest*

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai *knee angle pretest* dan *posttest* mengalami perubahan yang signifikan, setelah diberikan treatment kelelahan hasil nilai *knee angle posttest* menunjukkan nilai yang lebih besar dibandingkan nilai *knee angel pretest*. Hasil penelitian ini bertujuan untuk menganalisis adanya perubahan dan perbandingan teknik tendangan *shooting* yang berpengaruh pada besarnya sudut serta kecepatan laju bola sebelum dan sesudah treatment kelelahan pada siswa sekolah sepak bola elang biru.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian pada siswa sekolah sepak bola elang biru U-15 sebagai berikut: (1) akurasi *shooting* siswa memburuk dalam keadaan kelelahan (2) tingkat kemampuan *shooting* siswa sekolah sepak bola elang biru menurun dikarenakan kelelahan. (3) terjadinyan perubahan pada sudut *knee angel* dan berubahnya kecepatan laju bola. Penelitian ini didukung juga dengan pernyataan (Aries & Wijaya, 2021) yang menyatakan bahwa ada pengaruh yang besar dari *knee angel* terhadap kecepatan bola. Hal ini berbanding lurus dengan yang

dikemukakan (Ali, Mohd, Deros, Baba dan ismail (2014) bahwa *knee angel* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kecepatan laju bola, dan juga penelitian akurasi *shooting* berbasis *software* kinovea, gerakan kaki merupakan keterampilan utama dalam penetuan akurasi *shooting*. Namun, penelitian tetap dapat dilakukan melalui penglihatan pada sudut lutut (*knee angel*) responden sehingga dapat menghasilkan kecepatan bola saat melakukan akurasi *shooting* sepak bola (Kamaruddin et al., 2024). Menurut Heri Wahyudi (2010:8), Dengan sudut tendangan yang tidak lebih dari 100,5° , kecepatan tendangan yang didapati akan semakin cepat, koordinasi antara teknik dasar dan sudut tendangan sangat dibutuhkan, karena gerakan tersebut berkesinambungan.(Dipiarsa, Akka, Arrin et al., 2020)

Pada penelitian ini terlihat juga bahwa efek kelelahan memberikan perubahan pada sudut *Knee Angel* dan laju kecepatan *shooting* hal ini juga di dukung oleh (Mighra & Djaali, 2021) yang menjelaskan bahwa *Test* RAST Kelelahan berpengaruh terhadap sudut sendi lutut dan sudut plantar kemudian berpengaruh terhadap kecepatan. Hal tersebut karena di pengaruhi oleh adanya penurunan performa atau adanya faktor kelelahan yang di alami oleh atlet. Selain itu, menurut Kroemer dan Grandjean 2000 dalam (Ungusari, 2015) Kelelahan pada dasarnya adalah kehilangan efisiensi, penurunan ketahanan tubuh. kelelahan adalah perpaduan dari wujud penurunan fungsi mental dan fisik yang menghasilkan berkurangnya semangat sehingga mengakibatkan efektifitas dan efisiensi menurun (Ariani, 2021). Hasil penelitian menunjukkan bahwa treatment kelelahan tidak hanya menyebabkan peningkatan pada sudut knee angle, tetapi juga berdampak pada penurunan hasil instrumen *shooting*. Penurunan tersebut mencerminkan berkurangnya akurasi tendangan *shooting* setelah pemain mengalami kelelahan. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh (Mehdipour et al, 2016) yang menyatakan bahwa kelelahan otot berpengaruh negatif terhadap akurasi dan kekuatan tendangan pada pemain sepak bola. Selain itu, (Bangsbo et al, 2006) juga menyebutkan bahwa kelelahan dapat mengganggu kontrol motorik dan stabilitas postur, yang berdampak langsung pada teknik dasar seperti *shooting*. Evaluasi kelelahan pada atlet dapat dilakukan melalui metode *test* RAST untuk menilai kapasitas atlet dalam mempertahankan kemampuan aktifitas fisik di dalam lapangan. Dari teori ini menjelaskan bahwasanya *test* RAST bisa mengakibatkan kelelahan karena adanya terjadi peningkatan denyut jantung yang bermakna setelah uji RAST(*Running-Based Anaerobic Sprint Test*) dilakukan.

KESIMPULAN

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan masalah, dan hasil penelitian tentang analisis *knee angel* dan laju bola pada tendangan *shooting* dengan efek kelelahan menggunakan *software* kinovea pada SSB elang biru U-15, maka dapat digambarkan bahwa hasil *pretest* dan *posttest* terjadi perubahan pada teknik tendangan siswa secara signifikan yang dapat dilihat dari perubahan sudut *knee angel* dan kecepatan laju bola pada saat melakukan *shooting s*ebelum dan sesudah diberikan efek kelelahan. Setelah diberikan efek kelelahan, siswa melakukan teknik tendangan dengan sudut knee angle lebih besar dibandingkan sebelum diberikan efek kelelahan, hal ini mengurangi akurasi *shooting* siswa pada saat bermain sepak bola. Permainan sepak bola merupakan permainan yang membutuhkan waktu yang panjang sehingga pemain harus bertahan dengan tenaga masing-masing dalam pertandingan serta kemampuan untuk mempertahankan teknik permainan untuk memperbanyak *point* dalam permainan sepak bola. Dari hasil pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwasanya efek lelah itu dapat merubah teknik tendangan dalam permainan sepak bola yang dapat mengakibatkan tendangan menjadi tidak tepat sasaran. Berdasarkan hasil perhitungan di atas dapat dilihat bahwa nilai t hitung

(4,33) > t –tabel (2,571) hal ini menunjukkan terdapat perbedaan yang siginifikan pada *knee angle* antara *pretest* dan *posttes.*

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji dan syukur ucapkan kepada kehadiran Allah SWT, atas segala berkah, rahmat, dan karunia-Nya yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pengalaman, kekuatan, kesabaran dan kesempatan kepada peneliti sehingga menyelesaikan karya ilmiah ini. Terima kasih juga kepada kedua orang tua saya yang terus memberikan support kepada saya mau itu finisial dan non finisial. Terima kasih saya ucapkan kepada dosen pembimbing 1 dan 2 saya yang telah membimbing hingga penelitian ini selesai menjadi karya ilmiah, dan terima kasih kepada semuanya yang telah berkontribusi dalam menyelesaikan karya ilmiah ini yang tidak saya bisa sebut satu per satu. Terima kasih kepada seluruh dosen pendidikan jasmani Universitas Samudra yang telah memberikan ilmu dan pengalaman kepada saya selama saya menuntut ilmu di Universitas Samudra.

DAFTAR PUSTAKA

Aras, A. (2021). Teknik Shooting Dalam Sepakbola. Media Ilmu Keolahragaan Indonesia, 10(1), 6–12.

Arguz, A., Abdelkader, G., Erkmen, N., Aktaş, S., Reguieg, M., & Er, Y. (2021). Biomechanical analysis of accuracy penalties-kicking performance for Turkish Soccer players: Group-based analysis without goalkeeper. Physical Education of Students, 25(3), 189–196. https://doi.org/10.15561/20755279.2021.0307

Ariani, D. N. (2021). Work cover New South Wales. Tinjauan Faktor-Faktor Kelelahan, 43. https://lib.ui.ac.id/file?file=digital/125639-S5863-Tinjauan faktor-Literatur.pdf

Aries, D. V., & Wijaya, I. D. M. A. K. (2021). Analisis Biomekanika Shooting Pada Atlet Ukm Futsal Universitas Negeri Surabaya. Jurnal Prestasi Olahraga, 101–106.

Arjunnaja, Irawan, F. A., & Purnomo, P. S. (2022). Analisis Gerak Tendangan Shooting Menggunakan Punggung Kaki pada Atlet Popda Kabupaten Temanggung. Journal of Sport Coaching and Physical Education, 7(1), 27– 36.

Bangsbo, J., Mohr, M., & Krustrup, P. (2006).Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player.Journal of Sports Sciences, 24(7), 665–674.

Beno, J., Silen, A. ., & Yanti, M. (2022). Evaluasi Pembinaan Sekolah Sepakbola (SSB)Bintang Junior Di Kabupaten Tanjung Jabung Timur Skripsi. Braz Dent J., 33(1), 1–12.

Damarjati, M., & Saputra, S. A. (2024). Jayabama : Jurnal Peminat Olahraga SWIMMING CLUB Jayabama : Jurnal Peminat Olahraga. 3, 70–82.

Daya, S. (2003). Paired t-test. Evidence-Based Obstetrics and Gynecology, 5(3), 105–106. https://doi.org/10.1016/j.ebobgyn.2003.09.001

Dipiarsa, Akka, Arrin, P., Yunus, M., & Andiana, O. (2020). Analisis Gerak Pada Shooting Menggunakan Punggung Kaki Dalam Olahraga Sepak Bola (Studi Kasus Pada Sekolah Sepakbola Putra Arema U-15). Journal of Sport Science and Health, 8(2), 1–8.

Edrick, N. (2022). Pengaruh Kekuatan Pesan Instagram @Ganjar_Pranowo Melalui Perilaku Pemilih Terhadap Tingkat Popularitas Ganjar di Kalangan Generasi Z. Universitas Multimedia Nusantara, 8.5.2017, 2003–2005.

Faizi, K., Prastiwi, B. K., & Darmanto, P. (2024). Pemanfaatan Software Kinovea untuk Meningkatkan Literasi Pembelajaran Sepakbola Kelas X. 8, 36199– 36205.

Giriwijoyo, S. (2013). Ilmu Kesehatan Olahraga, Untuk Kesehatan Dan Prestasi Olahraga. Bandung : Fakultas Pendidikan Olahraga Dan Kesehatan UPI., 66, pp.13-78.

Hafidzah, F. (2018). Perbaikan Sistem Kerja Dan Peralatan Alat Bantu Menggunakan Metode Qec Dan Metode Rasional. 1–34.

Husnul, D., & Haris, I. N. (2023). KORSA : Jurnal Kajian Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan. Korsa: Jurnal Kajian Ilmu Keolahragaan Dan Kesehatan, 2, 1– 10.

Jariono, G., Subekti, N., Indarto, P., Hendarto, S., Nugroho, H., & Fachrezzy, F. (2020). Analisis kondisi fisik menggunakan software Kinovea pada atlet taekwondo Dojang Mahameru Surakarta. Transformasi: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 16(2), 133–144. https://doi.org/10.20414/transformasi.v16i2.2635

Junaidi, A., Sugihartono, T., Sutisyana, A., & Defliyanto, D. (2019). Pengaruh Latihan Variasi Shooting Ke Arah Gawang Terhadap Akurasi Shooting Dalam Permainan Sepak Bola Pada Pemain U-14 Ssb Tunas Muda Bengkulu. Kinestetik, 2(2), 126–132. https://doi.org/10.33369/jk.v2i2.6490

Kamaruddin, I., Dalle, A., Raehan, A. M., Musa, A., & Ade Triyenie, A. A. (2024). Analisis Gerak Biomekanika (Kinovea Software) Untukmengembangkan Kemampuan Akurasi Shooting Sepakbola Pada Mahasiswa Fakultas Ilmu Ke Olahragawaan Universitas Negeri Makassar. Journal on Education, 6(4), 20437–20447. https://doi.org/10.31004/joe.v6i4.6136

Khasan, N. A., Rustiadi, T., & Annas, M. (2013). Korelasi Denyut Nadi Istirahat dan Kapasitas Vital Paru Terhadap Kapasitas Aerobik. Journal of Physical Education , Sport , Health and Recreations, 2(3), 162–164.

Kurniawan, F. (2015). :O·:-; Qunyai Dasar Ilmu Pengetahuan Mekanika Dan Dibekali Pengetahuan Biomekanika Yang. https://media.neliti.com/media/publications/114837-ID-analisis-secarabiomekanika-terhadap-kek.pdf

Kusuma, D. A. (2018). Evaluasi Kelelahan pada Latihan Olahraga. Indonesia Performance Journal, 2(1), 55–60. http://journal2.um.ac.id/index.php/jko/article/view/5199

Mathias, R. (2023). Tingkat Keterampilan Shooting Sepak Bola Pada Mahasiswa PJKR UKAW. Jurnal Pendidikan Tambusai, 7(2), 4925–4933. doi: https://doi.org/10.31004/jptam.v7i2.6495

Mehdipour, S., Khoshroo, F., & Hashemi-Nasl, H. (2016).The effect of fatigue on soccer shooting accuracy and kinematic variables. Journal of Sports Science, 34(7), 612–617.

Mighra, B. A., & Djaali, W. (2021). Pengaruh RAST (Running-Based Anaerobic Sprint Test) terhadap Denyut Jantung dan Kadar Asam Laktat pada Atlet Futsal FIK UNJ. Jurnal Ilmiah Kesehatan, 13(1), 113–119. https://doi.org/10.37012/jik.v13i1.530

Mulya, D. Y., Suwondo, A., & Setyaningsih, Y. (2021). Kajian Pustaka Pemberian Sport Massage dan Stretching Terhadap Pemulihan Kelelahan Otot dan Kadar Asam Laktat Pada Atlet. Jurnal Kesehatan Masyarakat, 9(1), 79–86. http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm

Muslihin, H. Y., Loita, A., & Nurjanah, D. S. (2022). Instrumen Penelitian Tindakan Kelas

untuk Peningkatan Motorik Halus Anak. Jurnal Paud Agapedia, 6(1), 99–106. https://doi.org/10.17509/jpa.v6i1.51341

Nasirudin, Y., & Achwan, A. (2022). Hubungan Antara Q Angle Knee Dengan Kinerja Otot Quadriceps Saat Bejalan Pada Mahasiswa. Journal Physical Therapy UNISA, 2(2), 110–113. https://doi.org/10.31101/jitu.2843

Nuryadi, Astuti, T. D., Utami, E. S., & Budiantara, M. (2017). Buku Ajar Dasardasar Statistik Penelitian. In Sibuku Media.

Pokhrel, S. (2024). Ketetapan Shooting Pada Pemain Sepak Bola SSB Garuda Usia 15 S/D 17 Tahun Desa Lumban Dolok Siabu Mandailing Natal Skripsi. Αγαη, 15(1), 37–48.

Puji Ratno, Z. A. N. (2017). Pengaruh Pemulihan Latihan Aktif Terhadap PemulihanDenyut Nadi Istirahat Setelah Melakukan Latihan Maksimal Pada Tim Futsal Fik Unimed. Jurnal Ilmu Keolahragaan , 16 (2)(Juli – Desember), 37–47.

Rahma Sari, D., Nugraha, M. H. S., Indrayani, A. W., & Wiryanthini, I. A. D. (2024). Derajat Q Angle Memengaruhi Kecepatan Lari Remaja Pemain Sepak Bola: Studi Observasional Analitik. Majalah Ilmiah Fisioterapi Indonesia, 12(1), 22. https://doi.org/10.24843/mifi.2024.v12.i01.p04

Risma, R., Nursasih, I. D., Rustiawan, H., & Hartono, T. (2023). Pengukuran Kelelahan dan Power Pemain Sepakbola. Jurnal Keolahragaan, 9(1), 47. https://doi.org/10.25157/jkor.v9i1.4932

Rodríguez, Velastequí, M. (2019). Skripsi Analisis Kesiapan Dan Penerimaan Siswa Dalam Penerapan Ujian Semester Berbasis Komputer (USBK) PADA SMA N 90 Jakarta. 1–23.

Romadhon, A., & Kusuma, W. (2018). Analisis Biomekanika Shooting Pada Ekstrakulikuler Sma Al-Ghifari Kota Blitar. Jurnal Sains Keolahragaan Dan Kesehatan, 3(2), 35–39.

Septiani, Y., Arribe, E., & Diansyah, R. (2020). (Studi Kasus : Mahasiswa Universitas Abdurrab Pekanbaru). 3(1), 131–143.

Setiawan, A. L., Indarto, P., & Fathoni, M. (2023). Analisis Tendangan Menggunakan Software Kinovea pada Siswa Peserta Ekstrakurikuler Futsal SMP Negeri 6 Ngawi PENDAHULUAN Olahraga adalah cara yang bagus untuk mengembangkan potensi kita dalam hidup dan meningkatkan kesehatan jasmani dan rohani kita . Deng. 6(1), 32–44.

Siswanto, M. O. D. (2014). Pertandingan Tim Porprov Sepak Bola Kabupaten Magelang Pada Pekan Olahraga Provinsi Jawa Tengah 2013 Skripsi.

Suhartoyo, T., Nanang, M., Kusuma, H., & Budi, R. (2020). Analisaolahragaaerobik dan anaerobik berbasis biomekanika. 1, 145–156.

Supriatna, E. (2020). Pengaruh Kelelahan Otot (Muscle Fatigue) terhadap Performa Tendangan Mae Geri dalam Olahraga Karate. JOSSAE Journal of Sport Science and Education, 4(2), 74–78. https://doi.org/10.26740/jossae.v4n2.p74-78

Ummah, M. S. (2019). Biomekanika Olahraga Daharis Novri Gazali Oki Candra. Sustainability (Switzerland), 11(1), 1–14. http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_Sstem_Pembentungan_Terpusat_Strategi_Melestari

Ungusari, E. (2015). Kelelahan Dan Recovery Dalam Olahraga I Made Yoga Parwata, S.Pd., M.Kes. Fakultas. Nhk, 151, 10–17. Wardana, W. K., & Kusuma, I. D. M. A. W. (2021). Profile Biomekanika Teknik Passing Tim Manyala Surabaya. Jurnal Prestasi Olahraga, 116–125.

Y. Payton, & Burden Analisis Gerak Shooting Jumpshot Bola Basket Pada Kawhi Leonard Yuga Eka Darmawan* Raymond*. (n.d.). 106–11.