

# BIOMEKANIKA OLAH RAGA



Drs. Dahrus, M.Pd.  
Novri Gazali, S.Pd., M.Pd.  
Dr. Oki Candra, S.Pd., M.Pd.

Editor : Dr. Ahmad Rahmadani, S.Pd., M.Pd.

# **BIOMEKANIKA OLAHRAGA**

**DAHARIS**

**NOVRI GAZALI**

**OKI CANDRA**



Penerbit:

AHLIMEDIA PRESS

# **BIOMEKANIKA OLAHRAGA**

**Penulis:**

Daharis  
Novri Gazali  
Oki Candra

**Editor:**

Ahmad Rahmadani

**Penyunting:**

Masyrifatul Khairiyyah

**Desain Cover:**

Aditya Rendy T.

**Penerbit:**

Ahlimedia Press (Anggota IKAPI: 264/JTI/2020)  
Jl. Ki Ageng Gribig, Gang Kaserin MU No. 36  
Kota Malang 65138  
Telp: +6285232777747  
[www.ahlimediapress.com](http://www.ahlimediapress.com)

**ISBN:** 978-**623-413-179-6**

Cetakan Pertama, November 2022

Hak cipta oleh Penulis dan Dilindungi Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta, Pasal 72.  
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini  
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat ALLAH Swt. yang telah melimpahkan karunia-Nya sehingga book chapter dengan judul *Biomekanika Olahraga* telah terbit. Buku ini merupakan karya anak bangsa yang ditulis secara kolaboratif oleh para akademisi dari berbagai perguruan tinggi keolahragaan nasional dan para praktisi bidang keolahragaan nasional. Pelaksanaan acara dan penyusunan buku ajar ini merupakan suatu upaya untuk senantiasa melakukan “silaturahmi gagasan” dari berbagai civitas akademika seluruh Indonesia. Silaturahmi ini sebagai ikhtiar untuk mengembangkan substansi keilmuan dalam bidang olahraga.

Dalam buku ajar ini, kami memilah gagasan yang dikirim dalam beberapa tema, yaitu (1) Pengantar dan Konsep Biomekanika Olahraga dan (2) Analisis Biomekanika Cabang Olahraga: Sepakbola, Bola Basket, Bola Voli, Atletik, Beladiri, Panahan. Terima kasih kepada para penulis dari berbagai lembaga keolahragaan nasional yang telah meluangkan waktu dan berkenan mengisi tulisan dalam buku ini. Semoga tetap semangat berkarya dan terus berkarya mengisi ruang literasi keolahragaan nasional. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pembaca semua dan mampu mendorong munculnya karya-karya ilmiah berikutnya.

Pekanbaru, 10 September 2022

Tim Penyusun

# **DAFTAR ISI**

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iv</b>

## **BAB I. PENGANTAR**

A. Pengertian Biomekanika Olahraga .....	1
B. Fungsi Biomekanika Olahraga .....	5
C. Sub Disiplin Ilmu dalam Konsep Utama Biomekanika.....	6

## **BAB II. ANALISIS GERAK BIOMEKANIKA CABOR**

### **SEPAKBOLA**

A. Gerakan Menendang .....	15
B. Analisis secara Anatomi.....	17
C. Kinematika Angular.....	18
D. Kinematika Linier.....	19
E. Kinetika Angular .....	20
F. Kinetika Linier .....	20

## **BAB III. ANALISIS GERAK BIOMEKANIKA CABOR BOLA**

### **BASKET**

A. Gerakan Freethrow.....	23
B. Analisis Tahap Awalan .....	26
C. Analisis Tahap Backswing.....	27
D. Analisis Tahap Produksi Kekuatan.....	28
E. Analisis Tahap Utama .....	30
F. Analisis Tahap Follow Through .....	32

## **BAB IV. ANALISIS GERAK BIOMEKANIKA CABOR**

### **BOLA VOLI**

A. Gerakan Smash.....	33
B. Analisis Tahap Awalan .....	34
C. Analisis Tahap Loncatan .....	34
D. Analisis Memukul Bola.....	37

E. Analisis Tahap Mendarat .....	39
<b>BAB V. ANALISIS GERAK BIOMEKANIKA PANAHAN</b>	
A. Gerakan Release .....	41
B. Analisis Biomekanik.....	46
<b>BAB VI. ANALISIS GERAK BIOMEKANIKA CABOR</b>	
<b>TOLAK PELURU</b>	
A. Analisis Biomekanik.....	52
<b>BAB VII. ANALISIS GERAK BIOMEKANIKA CABOR</b>	
<b>PENCAK SILAT</b>	
A. Gerakan Tendangan.....	54
B. Gerakan Pukulan .....	56
C. Gerakan Jatuhan .....	57
D. Gerakan Pasang .....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>62</b>
<b>PROFIL PRNULIS .....</b>	<b>64</b>



## **BAB I**

### **PENGANTAR**

#### **A. Pengertian Biomekanika Olahraga**

Olahraga adalah 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 kebanggaan. Untuk mencapai peningkatan prestasi yang optimal tersebut, maka setiap manusia haruslah memahami terlebih dahulu bagaimana konsep gerak yang baik dan benar, yaitu bagaimana agar gerak yang dilakukan bernilai efektif dan efisien. Mengenai pemahaman konsep gerak yang baik dan benar saat ini terlihat masih sering diabaikan baik oleh guru, atlet ataupun pelatih. Artinya, mereka masih melaksanakan suatu aktivitas gerak tanpa memperhatikan nilai efektifitas serta efisiensi gerakan yang dilakukan. Padahal apabila mereka menyadari akan pentingnya pemahaman konsep gerak yang menjadi modal utama dalam pelaksanaan aktivitas olahraga, maka banyak sekali manfaat yang dapat diperoleh. Manfaat nyata yang dapat diperoleh dalam memahami konsep belajar gerak dalam keolahragaan adalah pencapaian prestasi yang optimal dengan memperkecil peluang terjadinya cidera pada pelaksanaan olahraga tersebut.

Konsep gerak dalam olahraga dapat dipelajari melalui pemahaman sebuah disiplin ilmu dalam ilmu olahraga, yaitu

biomekanika olahraga. Biomekanika olahraga merupakan salah satu disiplin ilmu keolahragaan yang menerapkan prinsip-prinsip gerak terhadap struktur tubuh manusia pada saat melakukan aktivitas olahraga. Oleh karena itu, perlunya memahami pengetahuan tentang biomekanika dalam memahami teknik cabang olahraga dan seluruh gerak manusia (*Human Movement*) sudah tidak diragukan lagi karena melalui pemahaman ilmu biomekanika olahraga, maka aktivitas gerak yang dilakukan oleh setiap atlet ataupun peserta didik akan menjadi lebih efektif dan efisien, sehingga setiap gerakan yang dilakukan bersifat anatomis, terkoordinasi atau terkontrol serta sesuai dengan mekanisme kerja tubuh yang baik dan akhirnya akan menghasilkan suatu aktivitas gerak yang maksimal dan disertai dengan pencapaian prestasi yang optimal pula.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis merasa bahwa ilmu biomekanika memiliki kaitan yang erat dengan ilmu keolahragaan karena dapat menghasilkan kontribusi yang positif dalam pencapaian kinerja dan prestasi olahraga yang optimal. Oleh karena itu, dalam makalah ini penulis akan menjelaskan mengenai konsep utama dalam ilmu biomekanika yang dijelaskan secara garis besar dari pengertian, fungsi hingga konsep utama yang harus dipelajarai dalam ilmu biomekanika olahraga.

Biomekanika merupakan kombinasi antara disiplin ilmu mekanika terapan dan ilmu-ilmu biologi dan fisiologi. Mekanika terapan itu sendiri adalah ilmu yang mempelajari penerapan dari prinsip-prinsip mekanika. Sedangkan mekanika adalah salah satu cabang ilmu dari bidang ilmu fisika yang mempelajari gerakan dan

perubahan bentuk suatu materi yang diakibatkan oleh gangguan mekanik yang disebut gaya. Menurut Soeharsono (2005) mekanika adalah studi tentang bagaimana sesuatu bergerak dan apa yang menyebabkannya bergerak. Biomekanika merupakan salah satu disiplin ilmu yang mempelajari bentuk dan macam-macam gerakan atas dasar prinsip-prinsip mekanika dan menganalisis suatu gerakan. Disiplin ilmu biomekanika tidak berdiri dengan sendirinya, melainkan ditunjang oleh disiplin ilmu yang lainnya, seperti anatomi, fisologi, dan fisika, kemudian dasar-dasar atau prinsip dari ketiga bidang ilmu itu menjadi dasar suatu disiplin ilmu yang disebut biomekanika.

Selain itu penekanan utama dalam biomekanika adalah seluruh konsep mekanik, tetapi tubuh manusia adalah sistem yang jauh lebih kompleks daripada kebanyakan objek yang ditemui dalam konsep mekanika. Oleh karena itu, biomekanika menyangkut tubuh manusia dan hampir semua tubuh mahluk hidup. Menurut Kusumawati dan Muhamad (2020) biomekanika adalah ilmu pengetahuan yang menerapkan hukum-hukum mekanika terhadap struktur makhluk hidup, terutama sistem lokomotor dari tubuh, yang dimaksud dengan lokomotor itu sendiri adalah kegiatan dimana seluruh tubuh bergerak karena tenaganya sendiri dan umumnya dibantu oleh gaya beratnya. Sedangkan Lobietti (2007) memberi pengertian tentang biomekanika yang sejalan, yaitu *biomechanics is the science concerned with the internal and external forces acting on a human body and the effects produced by the forces*. Artinya, biomekanika

adalah 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.

Pada ilmu keolahragaan, biomekanika sudah sangat dikenal sebagai suatu disiplin ilmu yang secara khusus mempelajari gerakan dari aktivitas olahraga yang dilakukan. Dengan demikian, dalam ilmu keolahragaan ilmu yang mempelajari tentang mekanisme gerak tubuh manusia disebut biomekanika olahraga. Menurut Ardiyanto and Widiyanto (2019) biomekanika olahraga adalah hal yang berurusan dengan pengaruh daya hukum alam terhadap tubuh manusia selama aktivitas fisik berlangsung. Objek formal dari ilmu biomekanika olahraga adalah mempelajari atau menganalisis gerak manusia melalui aktivitas fisik dalam rangka pembentukan dan pendidikan dengan tujuan menghasilkan suatu perkembangan gerak yang diaplikasikan pada teori kepelatihan dalam professional keolahragaan yang terdiri dari Olahraga Kesehatan, Pendidikan Jasmani dan Kesehatan, Kepelatihan Olahraga Kompetitif, Olahraga Rekreasi, Manajemen Olahraga dan Olahraga Rehabilitasi. Berdasarkan pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa biomekanika olahraga adalah suatu disiplin ilmu yang mempelajari bentuk dan macam-macam gerakan manusia yang merupakan hasil dari aktivitas olahraga atas dasar prinsip gerak yang digunakan untuk menganalisis gerakan tersebut.

## **B. Fungsi Biomekanika Olahraga**

Seseorang yang sudah menyandang predikat atlet, guru dan pelatih olahraga dengan sendirinya harus melakukan pendekatan ilmiah terhadap gerakan tubuh manusia. Pendekatan ilmiah tersebut dapat dilakukan dengan cara memahami ilmu biomekanika olahraga, karena penggunaan ilmu ini menjadi penting saat gerakan atlet dianalisis. Aplikasi ilmu biomekanika dalam olahraga inilah yang menjabarkan bagaimana gerakan manusia bisa sangat efektif dan efisien sehingga dapat menghasilkan prestasi. Analisis gerak yang didapatkan kemudian dijadikan pegangan pelatih untuk memberikan instruksi yang benar kepada atletnya.

Menurut Mailapalli, Benton, and Woodward (2015) tujuan utama biomekanika adalah untuk memberikan pemahaman tentang hakikat dan fungsi gerakan manusia, baik dalam kegiatan olahraga, tari atau bentuk gerakan yang diadaptasi. Tujuan mempelajari biomekanika dalam penerapan ilmu olahraga adalah 1) mengetahui konsep ilmiah dasar yang diaplikasikan dalam bentuk gerak manusia; 2) memahami suatu bentuk/ model gerak dasar dalam olahraga sehingga mampu mengembangkannya dengan baik; 3) mampu memahami perkembangan gerak dasar; 4) mampu menerapkan suatu bentuk yang sesuai dengan karakteristik fisik seseorang dalam berolahraga, dengan baik dan benar.

Berdasarkan tujuan dari yang dijabarkan dari beberapa pendapat tersebut dengan demikian seorang guru, atlet ataupun pelatih olahraga akan mempunyai suatu kompetensi untuk

mengetahui bagaimana pelaksanaan gerak atau teknik yang benar dalam suatu aktivitas olahraga, apa yang salah pada gerakan yang dilakukan, mengapa gerakan tersebut salah, serta yang terpenting adalah dapat menentukan apa yang harus dilakukan untuk memperbaiki kesalahan yang terjadi dalam pelaksanaan gerak pada aktivitas olahraga tersebut. Dari kemampuan menganalisis tujuan biomekanika olahraga, maka dapat disimpulkan bahwa fungsi dari memahami ilmu biomekanika dalam olahraga, yaitu guna menghasilkan suatu bentuk gerakan dalam aktivitas olahraga yang memiliki nilai efisiensi dan efektifitas yang baik, sehingga setiap gerakan dari aktivitas olahraga yang dilakukan baik oleh peserta didik ataupun atlet bersifat anatomis dan terkoordinasi serta aman dari terjadinya peluang cidera yang pada akhirnya mampu menghasilkan suatu prestasi olahraga yang optimal, sehingga kepuasan gerak seseorang dalam melakukan suatu aktivitas olahraga akan tercapai.

## C. Sub Disiplin Ilmu dalam Konsep Utama Biomekanika

### 1. Titik Berat

Setiap anggota tubuh memiliki massa atau berat dan memiliki titik tangkap dari massa yang bekerja. Massa dari anggota tubuh tersebut akan menimbulkan gaya-berat atau gaya-tahanan yang mempunyai titip pusat massa. Titik pusat massa tersebutlah yang disebut dengan titik berat. Menurut Rahadian (2019) titik berat adalah titik dimana gaya berat benda atau anggota tubuh itu bekerja atau dapat diartikan juga sebagai titik yang mewakili dari benda/

tubuh. Letak titik berat badan manusia letaknya selalu berubah-ubah, karena anggota tubuh manusia dapat bergerak ke berbagai arah sehingga sikap yang dihasilkan mempengaruhi letak titik berat badannya. Pada posisi sikap anatomis (sikap normal), letak titik berat badan manusia terletak di posisi 2,5 cm di bawah promontarium atau tulang kemudi (antara ruas pinggang dan tulang kemudi).

Tujuan mempelajari letak titik berat pada biomekanika olahraga adalah untuk menciptakan sikap dan gerakan tubuh yang benar, memperbaiki sikap dan gerakan yang salah sehingga meningkatkan efisiensi dan keterampilan dalam melakukan aktivitas olahraga. Contoh penerapan dalam perubahan titik berat badan manusia pada cabang olahraga dapat dicontohkan pada olahraga atletik nomor lompat jauh, yaitu pada saat sikap awal titik berat badan seorang pelompat masih berada di tulang kemudi, saat memasuki tahap melayang di udara hingga sikap akhir seorang pelompat harus mengubah letak titik berat badannya menjadi di depan bagian luar tubuh supaya dapat mengambil posisi yang baik dan benar saat mendarat.

## **2. Keseimbangan dan Stabilitas**

Keseimbangan dan stabilitas merupakan dua istilah kata yang hampir sama, namun memiliki makna yang berbeda. Menurut (Kuntjoro 2015) keseimbangan berkaitan dengan koordinasi dan kontrol, sedangkan stabilitas berkaitan dengan besar tahanan yang diciptakan oleh seseorang untuk melawan gaya yang mempengaruhi

keseimbangannya. Semakin stabil sikap seseorang, maka semakin besar tahanan yang harus diciptakan untuk mengatasi gaya yang mempengaruhi keseimbangannya. Hal tersebut dapat dicontohkan pada cabang olahraga judo dan gulat. Dalam cabang olahraga tersebut, semakin stabil sikap siap seorang atlet dalam bertanding maka akan semakin besar juga gaya dari seorang lawan, sehingga atlet tersebut harus menciptakan suatu tahan yang lebih besar lagi supaya posisi tubuh tetap stabil atau setimbang. Kesetimbangan dan stabilitas digunakan dalam pelaksanaan asas mekanika.

Menurut Nugroho (2015) kesetimbangan tubuh dapat dibagi menjadi 3 jenis, yakni : kesetimbangan stabil, kesetimbangan labil, kesetimbangan netral/ normal. Kesetimbangan stabil terjadi bilamana suatu benda atau seseorang mengalami kontak dengan dasar/permukaan pijakan luas, pusat gravitasi terletak redah dan garis pusat gravitasi terletak di dalam benda, munculnya gaya pemulih yang menyebabkan kembali ke posisi semula, tenaga potensial bertambah. Kesetimbangan labil terjadi bilamana pusat gravitasinya suatu benda atau seseorang akan turun apabila diberi gaya sehingga posisi benda akan mengalami perubahan dan tenaga potensial berkurang, garis pusat gravitasinya jatuh diluar garis penyokong, dan dasar penyokong terlalu kecil. Kesetimbangan normal terjadi bilamana pusat gravitasi suatu benda atau seseorang tidak berubah apabila diberi gaya dan tenaga potensial bertambah.

### **3. Gerak (*Movement*)**

Gerak adalah suatu proses terjadinya perubahan baik dalam hal bentuk, sikap ataupun tempat. Gerak merupakan sesuatu hal yang penting dalam kehidupan manusia, akan tetapi dalam bergerak seseorang perlu mendasarkan kinerja mekanis agar gerak yang dilakukan hemat energi sehingga tidak cepat lelah namun hasil yang dicapai lebih optimal. Oleh karena itu, menurut Kusnandar, Panuwun Joko Nurcahyo, dan Didik Rilastiyo Budi (2021) untuk melakukan suatu gerakan, seseorang perlu mengetahui prinsip dasar yang dijadikan suatu pedoman dalam melakukan gerakan, yaitu 1) prestasi tinggi dengan usaha yang sedikit atau kecil atau pekerjaan itu efisien apabila menggunakan otot yang besar dan kuat apabila mengangkat beban yang berat, koordinasi melibatkan otot sedikit saja, merentangkan otot semaksimal mungkin agar mendapatkan kekuatan yang maksimal, melakukan *warming-up* agar kekuatan otot meningkat; 2) kekuatan ditujukan ke titik berat searah gerak yang dikehendaki; 3) bila mengangkat, manhan atau membawa benda sebaiknya benda tersebut didekatkan dengan titik berat badan agar usaha yang dikerahkan lebih kecil; 4) jika membidik sasaran arahnya tidak horizontal, karena gaya gravitasi selalu menarik benda tegak lurus ke bawah.

Berdasarkan penjabaran prinsip dasar yang dijadikan pedoman dalam bergerak tersebut dapat diketahui bahwa semua bentuk gerakan terjadi karena dipengaruhi oleh sejumlah gaya, gaya yang dimaksud adalah kontraksi otot. Menurut Kusumawati dan

Muhamad (2020) unsur yang menyebabkan terjadinya gerakan ada tiga, yaitu tulang sebagai alat penggerak, otot sebagai sumber penggerak dan persendian yang memungkinkan terjadinya gerakan. Contoh bentuk gerak (*movement*) yang terjadi pada manusia, yaitu berlari (perubahan tempat), membusungkan dada (perubahan volume), menekuk siku dan jongkok (perubahan sikap). Dalam ilmu biomekanika olahraga, jika dilihat dari segi ruang dan waktu, maka gerak akan membentuk lintasan yang beraneka macam, yaitu gerak lurus (linier), gerak putar (rotasi), gerak translasi dan gerak lengkung (curvilinear).

Harmono (2017) memberikan definisi gerak linier adalah gerak dalam garis lurus dari titik pertama hingga ke titik akhir, misalnya gerak kaki dari start sampai finish. Gerak rotasi adalah gerak berputar melalui sumbu geraknya, misalnya gerakan ayunan *pitcher* pada olahraga softball. Gerak translasi adalah gerak suatu benda atau seseorang menurut kedudukannya dari setiap titik benda satu terhadap yang lain selama bergerak secara sejajar, misalnya gerakan glide pada awalan tolak peluru. Gerak lengkung adalah bentuk gerakan menyudut yang menempuh lintasan yang melengkung, gerak ini disebut juga gerak peluru atau gerak proyektil, misalnya, gerakan melempar bola dengan cara melambung.

#### 4. Gaya (*Force*)

Gaya adalah suatu dorongan atau tarikan yang dapat mengubah keadaan gerak suatu benda atau seseorang. Sedangkan menurut

Harmono (2017) gaya adalah sesuatu yang menyebabkan terjadinya perubahan keadaan (dari diam ke gerak, dari gerak ke diam, atau perubahan panas, atau perubahan kecepatan). Jadi, dapat disimpulkan bahwa gaya adalah sesuatu yang memberikan suatu pengaruh atau sebab sehingga mengubah keadaan suatu benda. Dalam aktivitas olahraga gaya berasal dari dua sumber, yaitu gaya internal (*internal force*) dan gaya eksternal (*external force*). *Internal force* diciptakan dari dalam tubuh seseorang akibat hasil kontraksi antara otot-otot yang melakukan aktivitas tarik menarik melalui tendon kemudian tendon memberi isyarat kontraksi kepada tulang yang menghasilkan suatu gerakan atau tahanan, sedangkan *external force* adalah suatu gaya yang tercipta karena adanya pengaruh dari faktor gravitasi, gaya reaksi dari tanah, gesekan, tahanan udara dalam berbagai aktivitas pada cabang olahraga yang menghasilkan suatu gaya dorongan atau tarikan. Sedangkan bentuk gaya yang dikenal dalam olahraga adalah gaya postulat (*propulsive force*) dan gaya tahanan (*resistance force*). Gaya postulat yang disebut juga gaya dinamis adalah gaya yang menyebabkan gerakan positif atau gerak laju, misalnya gaya dorong dari tungkai wakyu berlari (menolakkan kaki pada tanah). Gaya tahanan adalah gaya yang menyebabkan gerakan negatif atau hambatan gerak, misalnya gaya tahan dari tungkai waktu mendaratkan kaki ke tanah.

## 5. Tahanan (*Resistance*)

Adanya tahanan (*resistance*) merupakan akibat dari adanya gerak yang diperlambat yang disebabkan oleh percepatan negatif, misalnya pada bola yang menggelinding di atas rumput, makin lama bola tersebut akan bergerak semakin lambat dan akhirnya berhenti hal tersebut diakibatkan karena adanya tahanan berupa gesekan antara dua permukaan yang menghambat laju geraknya bola tersebut sehingga kecepatan bola tersebut diperlambat. Menurut Rahadian (2019) tahanan (*resistance*) adalah semua sebab yang dapat mengubah atau mempengaruhi suatu keadaan/ posisi/ gerak suatu benda. Dalam ilmu biomekanika ada beberapa klasifikasi jenis tahanan, yaitu tahanan udara (*air resistance*), tahanan air, turbulensi dan gesekan.

### a. Tahanan Udara

Besarnya tahanan udara tergantung dari besarnya penampang atau permukaan, besarnya kecepatan dari benda atau besarnya arus udara, besarnya tekanan udara dan bentuk benda dan sifat permukaan dari benda (licin atau kasar) Contohnya pada sebuah cakram yang dilempar akan mendapatkan tahanan udara, jika tahanan udara yang bekerja makin besar, maka makin lambat gerak lajunya cakram tersebut.

### b. Tahanan Air

Contohnya perenang yang berenang di dalam air, antara badan dengan air terjadi tahanan karena adanya gesekan yang terjadi antara tubuh perenang dengan air tersebut. Hal tersebut disebabkan oleh posisi badan di dalam air akan menentukan

besarnya penampang badan, gerakan tungkai yang melebar-masuk keluarnya telapak tangan dan gerakan *recovery* akan menimbulkan tahanan air serta gelombang air yang besar akan memperlambat gerakan perenang, *eddies* yaitu riak air yang disebabkan oleh terpencarnya arus air, gesekan kulit dan baju renang serta kecepatan gerak perenang.

c. Turbulensi

Turbulensi adalah arus udara yang terpencar yang menjadi golakan arus.

d. Gesekan

Gesekan merupakan satu gaya yang merupakan tahanan, yaitu terjadi apabila dua benda saling kontak pada permukaan yang sama oleh adanya gaya yang bekerja dari benda yang satu terhadap benda yang lain atau sebaliknya. Contohnya, pada cabang olahraga gulat terjadi *body contact* berupa dorongan antar pegulat yang merupakan pola serangan atau pola pertahanan.

## 6. Momentum dan Impuls

Momentum adalah besarnya gaya dorong dari suatu benda dengan suatu kecepatan yang disebut kekuatan gerak. Penyebab timbulnya momentum adalah kekuatan dan lamanya kekuatan itu sendiri terjadi sehingga menghasilkan momentum, kekuatan dan jumlah gerak. Sedangkan impuls adalah pengerahan gaya/ kekuatan. Impuls merupakan suatu hubungan sebab akibat dari momentum, semakin besar impuls mengakibatkan momentum yang dihasilkan

juga besar. Implementasi hubungan sebab akibat antara impuls dengan momentum, yaitu pada cabang olahraga panahan, semakin besar tarikan busur panah yang dilakukan maka akan semakin besar momentum yang dihasilkan untuk anak panah sehingga anak panah tersebut dapat telepas dari busur dengan cepat dan menghasilkan jarak yang jauh.

## 7. Impact

Impact adalah benturan yang terjadi akibat momentum benda yang satu membentur benda yang lain, tidak lain merupakan adanya gaya atau gaya dorong yang harus kita lawan. Impact dapat terjadi pada benda yang bergerak pada satu garis lurus maupun dua garis lurus, macam-macamnya antara lain : a.) antara dua benda yang bergerak searah, yaitu benda yang bergerak lebih cepat menabrak yang lebih lambat; b.) benda yang bergerak menabrak benda lain yang diam, setelah berbenturan, yang diam bergerak; c.) antara dua benda yang bergerak berlawanan arah, yaitu yang satu bergerak dengan kecepatan positif sedangkan yang satunya bergerak dengan kecepatan negatif; d.) benda yang bergerak menabrak dinding/tembok/stick secara tegak lurus dan setelah membentur benda tersebut terpental kembali; e.) impact terjadi pada dua garis yang saling membuat sudut (tidak pada satu garis lurus). Contoh terjadinya impact dalam aktivitas olahraga, yaitu pada saat lari jarak jauh, kaki yang menapak tanah merupakan impact, selain itu pada cabang olahraga softball pada saat kita menangkap bola yang datang dengan cepat, pergelangan tangan digerakan secara fleksi dorsal.

## BAB II

### ANALISIS BIOMEKANIKA PADA GERAKAN SEPAKBOLA

#### A. Gerakan Menendang

Gerakan menendang dengan punggung dalam sepakbola pada umumnya dilakukan dengan tujuan untuk menendang lurus dan datar. Biasanya dilakukan pada tendangan bebas atau tendangan dengan jarak yang sedikit lebih jauh. Tendangan ini sangat bermanfaat sekali sebab, meluncurnya bola cukup keras dan lurus serta mendatar. Analisa gerakannya didasarkan pada tiga tahap yaitu; (1) persiapan/ancang-ancang, (2) tendangan, dan (3) follow-through. Keberhasilan menendang tergantung pada beberapa bagian yaitu melihat perkenaan bola dengan kaki dan perkenaan kaki dengan bola. Berikut adalah pelaksanaan gerakan menendang dengan menggunakan punggung kaki;

1. **Ancang-ancang.** Ancang ancang dilakukan 3-4 meter yang dilakukan sambil berlari untuk memperoleh percepatan. Lari yang dilakukan seenaknya dengan percepatan yang diatur sedemikian rupa dengan tetap melihat letak bola. Sambil berlari ayunlan tangan seenaknya mengikuti irama langkah kaki. Jika melangkah kaki kanan, maka tangan kiri diayun ke depan demikian sebaliknya hingga posisi menepakkan kaki kira. Ancang-ancang sebaiknya dibelakang bola dan jika ditarik garis lurus, sejajar dengan sasaran.

2. **Tendangan.** Sebelum melakukan tendangan (menggunakan kaki kanan) maka letakkanlah kaki kiri persis disisi kiri dan agak ke belakang dari bola yang jika ditarik garis lurus membentuk sudut  $45^0$ . Posisi letak kaki kiri menentukan luncuran bola. Jika kaki kiri berada dibelakang bola, maka jalannya bola akan melambung karena dengan sendirinya perkenaan bola tepat dibagian bawah. Jika kaki kira persis disisi kiri bila, jalannya bola akan ground atau bergelinding di tanah. Karena perkenaannya berada pada bagian atas bola. Jika letak kaki kiri agar mundur sedikit sekitar  $45^0$  maka dapat diprediksi jalannya bola lurus dan mendatar, sebab perkenaan bola pada bagian tengah antara atas dan bawah. Menendang dengan punggung kaki maksudnya adalah perkenaan bola pada kaki tepat pada bagian punggung kaki. Setelah dirasa letak kaki kiri cukup enak maka ayunlah kaki kakan yang masih dibelakang sekuat-kuatnya dengan tetap memperhatikan perkenaan kaki dengan bola dan perkenaan bola dengan kaki. Perkenaan pada punggung kaki berarti keadaan angkel adalah ekstensi atau jika ditarik garis lurus sejajar dengan tulang kering.
3. **Follow through.** Setelah bola ditendang oleh kaki kanan, maka lanjutkanlah kaki kanan dengan melangkah ke depan satu atau dua langkah.



Gambar 1. Gerakan menendang

## B. Analisa secara Anatomi

Analisa secara anatomi berarti membahas tentang gerakan tubuh manusia yang meliputi otot-otot dan persendian serta tulang-tulang. Dalam menendang anggota tubuh yang menjadi penggerak utama adalah anggota gerak bagian bawah yaitu tungkai. Sedangkan gerakan tangan hanya berayun untuk menjaga keseimbangan dan keserasian gerak. Akan tetapi tetap saja berkontraksi, terus hingga pada saat menapakkan kaki kiri tangan kiri diangkat seenaknya ke depan sedikit dengan ketiak terbuka dan tangan kanan berada di belakang. Pada saat ancang-ancang, persendian bergerak dimulai dari fleksi dari persendian lutut dan panggul serta angkel kaki kanan yang terangkat ke atas. Sedangkan pada saat melurus di kaki kiri terjadi eketensi panggul, lutut dan engkel yang memberikan tolakan. Demikian seterusnya hingga pergantian langkah kaki.

Ketika kaki kiri berhenti, maka akan terjadi penahanan berat badan pada kaki kiri, yang didukung oleh otot-otot hamstrings, quadriceps, gluteus dan gastronocmeus. Berat badan akan

ditanggung seluruhnya oleh kaki kiri. Kaki kiri dalam menahan berat badan sedikit dibengkokkan agar mendapatkan jangkauan kaki kanan pada bola. Sehingga perkenaannya sesuai dengan yang diinginkan. Pandangan sebelum tendangan dikonsentrasi ke bola sedangkan ketika hampir menyentuh bola lihatlah sasaran yang akan dituju. Pada saat menendang bola dengan kaki kanan maka poros pertama persendian terdapat pada sendi pinggul. Lutut sedikit fleksi yang digerakkan oleh kelompok otot-otot hamstring yang juga ikut mengambil ancang-ancang dan sendi engkel lurus ekstensi yang dikontraktsikan oleh otot-otot betis. Pada saat pergerakan menarik kaki tendang dari belakang yang bertugas adalah otot illiacus, anterior sup, illi spine, tensor fasciae latae atau kelompok quadricep extensor bagian proximal. Sedangkan saat ekestensi lutut digerakkan oleh rectus femoris, vastus medialis, vastus rateralis atau kelompok quadricep bagian distal. Pada saat gerakan follow trough, otot-otot rileks dan menapakkan kaki seenaknya sebagai gerakan lanjutan untuk menghindari resiko cidera.

## C. Kinematika Angular

Dalam melaksanakan tendangan bola dalam sepak bola akan kita jumpai perpindahan badan dari satu posisi ke posisi lain dimana terdapat perubahan kecepatan yang diwujudkan pada langkah kaki. Kinematika angular dijumpai pada sendi bahu yang mengayunkan lengan sebebasnya dan persendian pada panggul saat mengangkat kaki kedepan dan pada sendi lutut pada saat melangkahkan kaki untuk mendapatkan jangkauan kaki ke depan.

Pada gerakan ini rotasi pada sendi pinggul dapat mencapai satu putaran penuh ( $360^0$ ) dari mulai lepasnya kaki ke belakang dari tanah kemudian diayun keatas sehingga terjadi fleksi pada lutut, ayunan ke depan hingga sampai ke belakang kembali. Ancangan-ancangan ini bertujuan untuk memperoleh kecepatan saat berlari hingga tiba di sisi bola yang dapat memberikan dukungan terhadap kekuatan. Ayunan pada sendi elbow tidak memiliki sumbangan yang begitu baik untuk mendapatkan kekuatan tendangan hanya saja mengatur kestabilan tubuh.

#### **D. Kinematika Linier**

Rentang kaki tendang yang dimulai dari belakang hingga benturan dengan bola atau hiperekstensi, jika ditarik sudut yang berporos pada sendi pinggul sekitan  $45^0$ , kemudian rentang sudut dari poros fleksi lutut mencapai  $90^0$ . Sehingga jika digabungkan rentangan secara keseluruhan mencapai  $135^0$ . Perkenaan kaki dengan bola merupakan ajang terpenting menghasilkan kekuatan. Disini terdapat perpanjangan ruang gerak kaki yang dimulai dari persendian pinggul ang dilanjutkan dengan persendian lutut. Tentunya dengan ruang gerak inilah yang akan membangkitkan kecepatan pergerakan kaki dan akan dapat lebih mudah memperoleh kekuatan kontraksi ototnya. Perpaduan kecepatan dan kekuatan inilah yang biasa disebut dengan power. Dengan demikian pulalah bahwa menendang bola dibutuhkan power otot-otot tungkai. Kemampuan kaki belakang akan dapat membentuk sudut yang lebih besar, jika kelentikan pada

sendi pinggul cukup besar. Tangan ddalam hal ini hanya menjaga keseimbangan, dimana lengan kiri terangkat hingga sejajar dengan nahu yang merupakan kerja dari otot deltoid dan persendian glenohumeral. Tangan kanan kelihatan akan kebelakang sebagai upaya menjaga keserasian gerak dan koordinasi.

## E. Kinetika Angular

Pada saat menendang bola akan kita jumpai poros persendian yang memungkinkan terjadi pada kinetika angular. Jalannya bola tergantung gaya yang diberikan oleh tekanan kaki. Kuat tidaknya tergantung pada gaya yang diberikan oleh kaki. Selain gaya dalam hal ini tergantung pada percepatan ayunan kaki yang baik. Percepatan ini tentunya didukung oleh kemampuan otot-otot. Pergelangan kaki degerakkan hingga posisi benar-benar ekstensi sehingga punggung kaki benar-benar berada di depan dan tentunya akan terdapat benturan pada bagian ini.

Tidak ada bagian lain yang dapat menunjang kekuatan tendangan, hanyalah kemampuan membangkitkan power yang cukup besar. Dimana persendian pinggul sebagai poros utama dan persendian lutut berfungsi sebagai tambahan.

## F. Kinetika Linier

Dalam hal ini pengaruh yang diberikan tungkai kepada bola ditentukan sekali oleh kemampuan otot-otot penggeraknya. Disamping ayunan kaki belakang, ancang-ancang berlari merupakan pase yang berperan penting untuk mendapatkan saat yang tepat

dalam membangkitkan kekuatan maksimal. Ancang-ancang yang terlalu jauh cenderung akan menimbulkan kelelahan otot, sehingga jarak 3-4 meter cukup efektif untuk memperoleh kecepatan terbaik untuk memperoleh saat yang tepat tersebut.

Implikasi hasil analisa yang dilakukan ini mengkaji tentang implikasi secara fungsional anatomi dan biomekanika. Secara anatomi, kemampuan menendang merupakan serangkaian gerakan yang dilakukan oleh kaki khususnya kaki kanan dalam melakukan tendangan terhadap bola dengan tujuan tertentu. Dalam menendang, kekuatan menendang akan sangat membantu untuk mendapatkan kekuatan jalannya bola dan diharapkan juga mengarah pada sasaran. Dalam menendang bola, adalah kerja organ kaki yang meliputi persendia, tulang dan otot-otot. Persendian yang terlibat adalah sendi pinggul, sendi lutut dan pergelangan kaki. Ketiga sendi ini bergerak serentak dalam suatu rangkaian yang bersambung. Sedangkan otot-oto yang terlibat adalah kelompok otot-oto tungkai berupa gluteus maksimus, gleuteus minimus, quadriceps, hamstring, dan gastronocnimeus. Semua persendian ini dilibatkan secara bersamaan dan berantai dimana otot bagian paha sebagai penggerak diawal-awal gerakan yang selanjutnya oleh otot-toto betis.

Kajian anatomi membahas tentang efektifitas dan efisiensi gerak. Hasil analisis diatas menunjukkan bahwa. Ancang-ancang yang terlalu jauh tidak cukup efektif untuk melakukan tendangan, tetapi ancang-ancang menjadi bagian yang sangat penting dalam, menendang bola. Menendang dengan menggunakan punggung

bertujuan untuk mendapatkan tendangan yang kuat dan akura, dimana penapang kaki adalah tulang yang terbuat dari bahan yang keras sehingga hasilnya akan menghasilkan kekuatan yang besar, hanya saja dalam hal ini lebih hati-hati untuk menjaga agar jalannya bola dapat di kuasai. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan, selain ancang-ancang untuk memperoleh kecepatan, kekuatan otot-otot menjadi bagian yang sangat penting dalam menghasilkan tendangan yang kuat. Oleh sebab itu dalam latihan dibutuhkan penguatan otot-otot tungkai khususnya quadriceps ekstensor sebagai penggerak gerakan ekstensi lutut yang menjadi subjek pelaku utama.

Dari analisa biomekanik gerakan menendang pada sepakbola dapat disimpulkan;

1. Secara keseluruhan rangkai gerak dalam menendang sepenuhnya terpusat pada anggota gerak bawah atau tungkai.
2. untuk mendapatkan hasil menendang yang baik dibutuhkan suatu ancang-ancang untuk mendapatkan kecepatan yang membangkitkan power.
3. Dibutuhkan kekuatan otot-otot untuk menghasilkan kekuatan yang besar.
4. Penempatan kaki tumpu menjadi penentu arah jalannya bola, melambungkah, mendatarkah atau bergelinding.

## **BAB III**

### **ANALISIS BIOMEKANIKA**

### **PADA GERAKAN BOLA BASKET**

#### **A. Gerakan Freethrow**

Teknik lemparan bebas merupakan salah satu teknik dengan menggunakan bola yang harus dikuasai dengan baik oleh setiap pemain basket. Dalam hasil catatan statistik liga mahasiswa NCAA, tim pemenang memiliki presentase lemparan bebas (free throw) diatas angka 80%. Sehubungan dengan hal tersebut, target presentasi hasil latihan lemparan bebas di tingkat mahasiswa harus menyentuh angka 90% . Tuntutan tersebut adalah hal mungkin bisa dicapai, mengingat dalam kondisi latihan terlepas dari unsur pressure psikologis atmosfir pertandingan. Dukungan analisa gerak dalam setiap tahap gerakan teknik lemparan bebas sangat membantu pemain dalam mengeksekusi setiap tembakan. Apalagi, lemparan bebas hanya dilakukan pada kondisi statis, tanpa terjaga oleh lawan dan dengan jarak yang dekat. Lemparan bebas bisa memberikan konstribusi yang besar untuk memenangkan pertandingan, karena dengan strategi yang tepat sebuah tim akan mendapatkan kesempatan melakukan lemparan bebas lebih banyak.

Lemparan bebas adalah lemparan yang dilakukan dari belakang garis hukuman 3,60 tanpa dijaga oleh tim bertahan. Jumlah lemparan disesuaikan dengan pelanggaran yang terjadi (1x lemparan, 2 x lemaparan, 3x lemparan). Akumulasi jumlah pelanggaran juga

bisa menyebabkan tim penyerang mendapatkan kesempatan lemparan bebas. Berdasarkan urutan teknik gerakannya lemparan bebas terdiri dari 5 tahap gerakan, diantaranya yaitu: gerakan awal, backswing, gaya gerakan memproduksi, gerakan inti, dan follows through.

Berikut penjelasan dari setiap tahap gerakan lemparan bebas berdasarkan analisa Level I NCCP Coach Certification Program (Coaching Association of Canada, 1980).



Gambar 2. Gerakan free throw

### 1. Gerakan Awalan

Tahap ini menunjukkan kesiapan pemain sebelum melakukan lemparan, dalam kontek pertandingan hampir setiap pemain mempunyai perbedaan dalam memulai gerakan. Mempersiapkan diri dengan penuh konsentrasi dan melepas ketegangan atau menenangkan diri adalah penyebab setiap atlet memiliki gayanya sendiri agar tujuan itu bisa tercapai atau diri

lebih siap. Pada umumnya setelah ritual itu sudah dijalankan, hal standar sesuai prodesur yang dilakukan pemain adalah;

- berdiri menghadap lurus ke ring basket
- mendribel bola di tempat beberapa kali
- memegang bola dengan posisi di depan dada

## 2. Gerakan Backswing

Gerakan backswing atau runtutan gerakan yang di mulai dari:

- merendahkan posisi badan dan kaki
- mendorong kembali tubuh dan kaki kearah vertical
- di iringi dengan gerakan tangan mengangkat bola dan memposisikannya di atas kepala lalu siap melempar.

## 3. Tahap Memproduksi Kekuatan untuk Melempar

Kekuatan untuk melempar bola ke basket dengan jarak 3,60m bukan merupakan hal sulit bagi pemain tingkat mahasiswa, namun bagi atlet junior apalagi untuk pemain putri adalah momen yang sangat penting, posisi gerakan ini diawali oleh:

- gerakan mendorong dari tungkai kearah vertikal
- posisi badan kembali lurus
- lengan mulai melakukan dorongan

#### 4. Tahap Kritis

Kritis bisa diartikan sangat menentukan untuk mendapatkan gerakan yang sempurna. Bagian yang penting di tahap ini yaitu:

- sinergis gerakan tungkai dan lengan
- rilis lengan lemparan
- lecutan pergelangan tangan
- posisi jari terakhir yang menyentuh bola dan yang menghadap lurus ke ring

#### 5. Follows Through

Bagian ini memberikan kontribusi yang berguna:

- agar pergerakan bola lurus ke ring
- menghindari kesalahan seperti diskualifikasi karena kaki melewati garis batas

### B. Analisa Biomekanik Tahap Awalan

Posisi tubuh berdiri menghadap ring basket. Kedua kaki sejajar dibuka tidak lebih dari dua kepalan tangan, atau sedikit lebih lebar terpisah tergantung pada preferensi penempatan kaki pemain. Jika terlalu berdekatan dapat menghasilkan masalah keseimbangan untuk menembak tepat, sebagai dasar dukungan ini kemudian sangat tepat, sedangkan penempatan kaki terlalu lebar selain akan memperkenalkan komponen lateral untuk menekan kaki di lantai. Gerakan awal yang paling umum terdiri dari beberapa kali dribel bola di tempat dengan tangan menembak, menjaga longgar pergelangan tangan dan jari-jari dan tangan santai (rileks). Penembak

harus membuka jari sehingga mereka akan memiliki kontrol yang lebih baik dari bola, dan tempat jari-jari, sehingga jari-jari secara langsung berada di belakang bola dan bukan pada sisi bola, pergelangan tangan harus dalam ekstensi (membungkuk ke belakang) untuk membantu mendukung bola dan berada dalam posisi untuk memberikan kekuatan mendorong untuk menembak.

Membuat rangka tubuh sebagai objek utama untuk memudahkan pergerakan anggota yang lain dalam gerakan linear. Mempertahankan kondisi keseimbangan, menempatkan posisi kaki yang sama dengan lengan yang melempar lebih maju sedikit akan membantu titik berat badan agar tetap bisa dipertahankan. Visualisasi gerakan yang akan menambah keyakinan dalam mengeksekusi gerakan, penempatan tangan yang melempar langsung di belakang bola akan memudahkan kontinuitas gerakan dan transfer gaya yang konstan, tangan yang lainnya berada di samping bola dengan tujuan menjaga keseimbangan posisi bola dan sinergis gerakan otot dari anggota badan yang sejenis.

### C. Analisa Biomekanik Tahap Backswing

Gerakan backswing untuk menembak terdiri dari gerakan selama berjongkok dan persiapan untuk menembak bola. Ini diadakan stasioner pada tingkat pinggang dengan tangan penembakan di belakang bola. Bahu lengan yang menembak mendekati nol derajat (sejajar dengan tubuh) dengan lengan atas dirapatkan sepanjang badan. Lutut yang tertekuk hampir 90 derajat,

batang tersebut tertekuk hampir 50 derajat dari vertical. Fleksi tubuh pada tahap tembakan sangat penting, digunakan untuk meningkatkan pembebanan kaki. Fleksi lutut dan pinggul hanya sebelum ekstensi untuk menembak. Posisi kaki, tungkai dan lengan untuk menembak harus simetri. Fleksi anggota tubuh bagian atas di lakukan guna mengurangi pembebanan pada sendi dengan memperpendek lengan torsi. Fleksi anggota tubuh bagian bawah berguna agar tingkat konstraksi otot anggota badan bagian atas berkurang karena beban lebih meningkat anggota tubuh bagian bawah dan juga untuk mendekati pusat gravitasi. Fleksi lutut yang hampir  $90^\circ$  dan pinggang mencapai  $5^\circ$  akan memudahkan gerakan vertikal karena nilai torsi dibantu dengan panjang lengan torsi (tungkai atas). Posisi bola yang tegak lurus dengan tubuh dan posisi lengan atas rapat di tubuh berguna untuk mengurangi nilai torsi sehingga bola lebih mudah digerakkan vertikal dan tetap membuka pandangan kearah ring. Posisi ini akan berguna agar transfer gaya yang bekerja tetap linera dan vertical dan ada interupsi sehingga dapat optimal di terima di bagian akhir.

#### D. Analisa Biomekanik Tahap Produksi Kekuatan

Gaya memproduksi gerakan adalah gerakan dari bagian-bagian tubuh yang menghasilkan gaya ke atas dan ke depan untuk proyek bola ke keranjang, yang mencakup kaki dan penyuluhan batang serta penegakan lengan penembakan. Selama gerakan ini bola ditempatkan di depan tubuh dengan tangan kanan menembak tepat di belakang bola, dan tangan kiri ke samping dan bawah bola. Jari-jari

menyebar dengan baik dan bola duduk di dasar bantalan jari dan jari-jari, tidak secara langsung di telapak. Posisi ini menghasilkan gerakan untuk menembak dimulai ketika tubuh mencapai posisi vertikal dan bola tersebut dilakukan tepat di atas setinggi bahu. Lutut dalam fleksi maksimal dan kecepatan vertikal bola adalah nol. Dari posisi gaya yang pertama menghasilkan gerakan adalah perpanjangan dari lutut dan pinggul dan elevasi bola oleh fleksi bahu. Waktu perpindahan pertama adalah lutut dan pinggul diperluas, diikuti oleh fleksi bahu, maka ekstensi siku dan pergelangan lengkungan tangan.

Satu kesalahan kadang-kadang terlihat pada gerakan yang menghasilkan kekuatan tembakan itu adalah elevasi bahu korset berlebihan di mana bahu ke atas dibawa lebih dekat ke telinga. Pada posisi ini ketegangan berlebihan di otot dapat menyebabkan bahu dan leher terasa tegang, dan mungkin mengganggu lengkungan bahu mulus selama tembakan. Kesalahan lain yang kadang-kadang terlihat selama fase ekstensi batang adalah batang hyperextension terjadi di punggung bawah ini muncul sebagai lordosis lumbal berlebihan, atau kelengkungan berlebihan tulang belakang lumbal. Posisi ini dapat menyebabkan untuk menurunkan kembali strain dari sesak yang berlebihan dalam tulang belakang ekstensor. Gaya dorong vertikal tungkai dan badan dari posisi flexi secara sinergis akan membantu gerakan lengan untuk mendorong. Posisi bola yang sudah ditempatkan di atas kepala dan lurus kearah basket dengan tetap memperhatikan sudut siku harus lebih kecil dibandingkan sudut yang

terbentuk oleh badan dan lengan atas akan membantu transfer gaya dorong karena jarak lemparan sebelum bola dilepas lebih panjang.

## E. Analisa Biomekanik Tahap Utama

Saat kritis dalam gerakan menembak adalah peristiwa pelepasan bola, sejak mengikuti aba-aba rilis penembak akan bisa mempengaruhi penerbangan bola. Pada rilis tubuh dan kaki harus sepenuhnya di ekstensi, yang menunjukkan bahwa sendi ini telah memberikan kontribusi penuh kepada penerbangan dari bola. Kesalahan umum dalam penembakan adalah sedikit melayang ke belakang atau ke depan di rilis, yang mengarah ke pendaratan di belakang titik lepas landas. batang harus vertikal dan tidak condong ke depan atau ke belakang selama pelepasan dan tindak lanjut dari shoot. Optimal Bahu penembakan harus dalam 140-150 derajat fleksi, posisi di mana bahu pemotretan vertikal hampir menunjuk ke langit-langit. Sebuah isyarat pembinaan yang baik adalah untuk mencari adalah lengan penembakan dekat vertikal sebagai bola dilepaskan, untuk memastikan optimal. Kecepatan vertikal diberikan kepada bola. siku harus mendekati ekstensi penuh di rilis, untuk memastikan bahwa kerjasama ini memberikan kontribusi penuh untuk penerbangan bola.

Jika bola dilepaskan terlalu awal atau terlalu terlambat, kecepatan bola tidak akan optimal sebagai pergelangan tangan dan sendi siku akan mempercepat atau memperlambat bukannya di kecepatan puncak. fleksi pergelangan tangan memberikan dorongan final untuk pelepasan bola dan membantu menentukan baik

kecepatan dan sudut proyeksi bola. Sudut yang paling efektif untuk menembak sukses adalah yang setinggi mungkin - lebih dekat ke 90 derajat sudut pendekatan bola ke lingkaran itu, semakin besar kemungkinan untuk membuat skor. Melengkung tinggi memerlukan lebih banyak kekuatan tembakan untuk menghasilkan kecepatan vertikal yang diperlukan untuk mencapai puncak ketinggian yang lebih besar. Kecepatan vertikal optimal untuk bola basket lemparan bebas adalah antara 6,0 dan 6,3 m / detik, tergantung pada ketinggian pelepasan; dengan sudut 50-55 derajat pelepasan (Brancazio, 1981). Sudut teoritis dan kecepatan rilis ditentukan eksperimental menjadi 60 derajat dan 7,3 m / s, tetapi nilai-nilai ini belum diukur secara langsung dari pemain terampil (Hamilton & Reinschmidt, 1997).

Sebuah model komputer dari lemparan bebas ideal untuk seorang pemain 6 kaki 6 inci tinggi adalah  $52^\circ$  dari horizontal (Tran & Silverberg, 2008). Sebuah kecepatan yang lebih tinggi akan vertikal membutuhkan kekuatan otot lebih signifikan, yang akan membutuhkan berbagai gerak yang lebih besar dari kaki dan lengan menembak dan akan sangat berbeda dari teknik menembak yang digunakan dalam permainan. Transfer gaya dorong akibat runtutan gerakan sinergis dari fleksi ke ekstensi tungkai, badan, lengan dan telapak tangan menyebabkan bola terhempas kearah ring. Posisi telapak tangan memegang peranan penting hasil akhir eksekusi lemparan. Jari telunjuk sebagai jari terakhir ayng menyentuh bola. Posisi ekstensi sendi di pergelangan kaki akan membantu dalam

menjaga keseimbangan anggota tubuh bagian atas selama proses berlangsung.

## F. Analisa Biomekanik Tahap Follow Through

Gerakan lanjutan, di mana kelanjutan dari transfer gaya dari anggota tubuh ke bola. Setelah bola telah meninggalkan tangan siku harus mencapai ekstensi penuh, pergelangan harus secara penuh melenturkan, lengan lebih rendah harus di pronation dan jari harus menunjuk agak kepada bagian luar kearah ring basket. Gerakan rilis melepaskan bola yang di ikuti oleh esktensi semua sendi akibat perpanjangan gerakan akan lebih mengarahkan bola tepat menuju ring. Tingkat ketegangan otot anggota tubuh yang terlibat harus dikurangi agar sinergi transfer gaya tetap berlanjut.

## BAB IV

### ANALISIS BIOMEKANIKA PADA GERAKAN BOLA VOLI

#### A. Gerakan Smash

Smash merupakan teknik yang menjadi andalan untuk menyerang agar mendapatkan poin. Saat melakukan smash kekuatan dan power otot sangat menentukan keberhasilan melakukan smash. Oleh karena itu, untuk mendapatkan daya ledak otot dan power otot yang baik maka diperlukan latihan-latihan khusus yang berkaitan dengan peningkatan otot tersebut. Beutelstahl (1989: 23) membagi tahapan smash menjadi empat tahap, yaitu:

1. Tahap pertama: Run up (lari menghampiri)
2. Tahap kedua: Take off (lepas landas)
3. Tahap ketiga: Hit (memukul saat melayang diudara)
4. Tahap keempat: Landing (mendarat)

Dari tahap-tahap tersebut dapat diartikan bahwa dalam melakukan smash terdapat beberapa tahap yaitu awalan, saat melompat, saat memukul bola dan saat mendarat.



Gambar 3. Gerakan smash

## **B. Analisa Biomekanik Tahap Awalan**

Awalan tergantung dari lintasan bola umpan, kira-kira 2,5 sampai 4 meter dari jatuhnya bola. Langkah terakhir paling menentukan pada waktu mulai meloncat sehingga smasher harus memperhatikan baik-baik posisi kaki yang akan meloncat dan berada di tanah lebih dahulu, kaki lain menyusul di sebelahnya. Arah yang diambil harus diatur sedemikian rupa, sehingga atlet akan berada di belakang bola pada saat akan meloncat. Tubuh saat itu berada pada posisi menghadap net. Kedua lengan yang menjulur ke depan diayunkan ke belakang dan ke atas sesudah langkah pertama, kemudian diayunkan ke depan sehingga pada saat meloncat kedua lengan itu tergantung ke bawah di depan tubuh atlet.

## **C. Analisa Biomekanik Tahap Loncatan**

Pada tahap meloncat sebelumnya ada tahap tolakan, kaki berikutnya dilangkahkan hingga kedua telapak kaki hampir sejajar dan salah satu kaki agak ke depan sedikit untuk mengerem gerak ke depan, dan sebagai persiapan meloncat ke arah vertikal. Kedua lengan diayun ke belakang atas sebatas kemampuan berupa gerak rotasi bahu. Bersamaan dengan gerakan ini, kaki ditekuk sehingga lutut membentuk sudut kurang lebih  $110^\circ$  sampai  $120^\circ$  yang merupakan sudut yang efektif untuk menolak karena dengan sudut tarikan otot yang besar akan menghasilkan gaya besar, terlebih karena sudut ini bekerja pada sendi lutut yang mempunyai sistem katrol anatomik pada sendi lutut yang bersifat ellipsoidea rangkap (sendi bujur telur). Setelah itu badan siap untuk meloncat dengan berat badan lebih

banyak bertumpu pada kaki yang depan. Gerakan ini merupakan gerak fleksi tungkai bawah (flexi genu) yang melibatkan otot hamstring dan gerak dorsoflexi yang melibatkan otot tibialis anterio untuk persiapan menolak.

Tahap menolak secara kontinu dilanjutkan gerakan meloncat dengan tumit dan jari kaki menghentak tanah. Gerakan ini merupakan gerak ekstensi tungkai bawah (ekstensi genu) yang melibatkan otot quadricep femoris dan gerakan plantarflexi yang melibatkan otot gastrocnemius. Sambil meloncat kedua lengan diayunkan ke depan atas yang merupakan gerak rotasi bahu ke atas (anteflexi) pada sendi bahu yang bersifat globoidea (sendi peluru) dengan melibatkan otot deltoideus, otot pectoralis major, otot biceps brachii, dan otot coracobrachialis. Sesaat setelah meloncat ketika tubuh melayang di udara posisi togok membusur ke belakang, yang merupakan gerak hiperekstensi togok (kayang). Telapak kaki, pergelangan kaki, panggul, dan togok digerakkan serasi untuk memperoleh rangkaian gerak yang sempurna agar terwujud gerakan eksplisif dan loncatan vertikal.

Pada tahap tolakan ini, kaki berikutnya dilangkahkan hingga kedua telapak kaki hampir sejajar dan salah satu kaki agak ke depan sedikit untuk mengerem gerak ke depan, dan sebagai persiapan meloncat ke arah vertikal. Kedua lengan diayun ke belakang atas sebatas kemampuan berupa gerak rotasi bahu. Bersamaan dengan gerakan ini, kaki ditekuk sehingga lutut membentuk sudut kurang lebih  $110^\circ$  sampai  $120^\circ$  yang merupakan sudut yang efektif untuk

menolak karena dengan sudut tarikan otot yang besar akan menghasilkan gaya besar, terlebih karena sudut ini bekerja pada sendi lutut yang mempunyai sistem katrol anatomi pada sendi lutut yang bersifat ellipsoidea rangkap (sendi bujur telur). Setelah itu badan siap untuk meloncat dengan berat badan lebih banyak bertumpu pada kaki yang depan. Gerakan ini merupakan gerak fleksi tungkai bawah (flexi genu) yang melibatkan otot hamstring dan gerak dorsoflexi yang melibatkan otot tibialis anterio untuk persiapan menolak.

Tahap menolak secara kontinu dilanjutkan gerakan meloncat dengan tumit dan jari kaki menghentak tanah. Gerakan ini merupakan gerak ekstensi tungkai bawah (ekstensi genu) yang melibatkan otot quadricep femoris dan gerakan plantarflexi yang melibatkan otot gastrocnemius. Sambil meloncat kedua lengan diayunkan ke depan atas yang merupakan gerak rotasi bahu ke atas (anteflexi) pada sendi bahu yang bersifat globoidea (sendi peluru) dengan melibatkan otot deltoideus, otot pectoralis major, otot biceps brachii, dan otot coracobrachialis. Sesaat setelah meloncat ketika tubuh melayang di udara posisi togok membusrur ke belakang, yang merupakan gerak hiperekstensi togok (kayang). Telapak kaki, pergelangan kaki, panggul, dan togok digerakkan serasi untuk memperoleh rangkaian gerak yang sempurna agar terwujud gerakan eksplisif dan loncatan vertikal.

Tahap meloncat untuk pemukul right hand langkahkan kaki kiri ke depan dengan langkah biasa kemudian diikuti kaki kanan yang panjang, diikuti dengan segera oleh kaki kiri yang diletakkan

samping kaki kanan (untuk pemukul left hand sebaliknya). Langkah pada waktu meloncat harus berlangsung dengan lancar tanpa terputus-putus. Pada waktu meloncat kedua lengan yang menjulur digerakkan keatas. Tubuh diteruskan, kaki yang digunakan untuk meloncat yang memberikan kekuatan pada saat meloncat. Lengan yang dipakai untuk memukul serta sisi badan diputar sedikit sehingga menjauhi bola, punggung agak membungkuk dan lengan yang lain tetap dipertahankan setinggi kepala yang berguna untuk mengatur keseimbangan secara keseluruhan.

#### **D. Analisa Biomekanik saat Memukul Bola**

Dalam gerakan memukul dapat disesuaikan dengan jenis smash yang ada. Gerakan memukul hasilnya akan lebih baik apabila menggunakan lecutan tangan, lengan dan membungkukkan badan. Pada tahap ini selain lecutan tangan, impact juga dipengaruhi oleh Panjang lengan merupakan salah satu anggota tubuh yang tergolong dalam pengukuran Antropometrik yakni salah satu anggota gerak tubuh bagai atas yang terdiri dari : lengan atas, lengan bawah, tangan, dan jari-jari tangan. Dengan demikian panjang lengan meliputi pengukuran anggota gerak tubuh bagian atas yang dimulai dari persendian bahu atau persendian lengan atas sampai pada tangan atau jari tangan yang terpanjang. Dalam setiap aktivitas manusia khususnya dalam kegiatan olahraga, panjang lengan merupakan faktor yang penting dalam arti menunjang ketrampilan. Hal tersebut terbukti bahwa rata-rata atlet yang bertubuh panjang atau tinggi

dengan keserasian besar tubuh dan berat badan yang ideal akan lebih unggul dalam berbagai cabang olahraga.

Dengan demikian ukuran lengan yang panjang akan lebih kuat dari pada lengan yang pendek. Hal ini disebabkan karena lengan yang panjang akan memiliki otot yang panjang. Otot yang lebih panjang rata-rata lebih kuat dibanding yang pendek, Oleh sebab itu, ukuran panjang lengan seseorang akan menunjang kemampuan fisik yang lebih besar dibandingkan dengan orang yang berlengan pendek serta dengan otot-otot yang kecil pula. Sehingga dapat dikatakan bahwa panjang lengan merupakan pra kondisi yang menunjang dalam berbagai cabang olahraga termasuk pelaksanaan smash dalam permainan bola voli. Oleh karena dengan lengan yang panjang berarti memiliki lengan yang kuat dan hal ini sangat efektif mendukung keras dan curam nya pukulan smash dalam permainan bolavoli yang dilakukan.

Impact merupakan kerja koordinasi mata tangan dalam upaya menepatkan saat yang tepat dari jangkauan lompatan yang tertinggi dengan keberadaan bola yang jatuh. Dalam fase ini kerja otot-otot perut dan punggung sangatlah dominan Ketika tubuh melayang di udara, jarak bola di depan atas sejangkauan lengan pemukul, segera lengan dilecutkan ke belakang kepala dan dengan cepat lecutkan lengan ke depan sejauh jangkauan atau raihan legan terpanjang dan tertinggi. Bola dipukul secepat dan setinggi mungkin dengan perkenaan bola dan telapak tangan tepat pada bagian tengah atas bola. Pergelangan tangan aktif menghentak ke depan dengan telapak tangan dan jari menutup bola yang merupakan gerak fleksi

pergelangan tangan dengan melibatkan otot flexor carpi radialis dan otot flexor pollicis longus pada sendi pergelangan tangan yang bersifat ellipsoidea (sendi bujur telur). Setelah perkenaan dengan bola, lengan pemukul membuat gerakan lanjutan ke arah garis tengah badan (gerak retrofleksi) yang melibatkan otot deltoideus, otot pectoralis major, dan otot latissimus dorsi, dengan diikuti gerak tubuh membungkuk (gerak fleksi togok) yang melibatkan otot abdominis dan otot pectineus. Gerakan lecutan lengan, telapak tangan, togok, tangan yang tidak memukul, dan kaki harus harmonis dan eksplosif untuk menjaga keseimbangan saat berada di udara. Pukulan yang benar akan menghasilkan jalannya bola yang keras dan cepat menurun ke tanah dengan putaran yang cepat ke arah depan (top spin). Pukulan menjadi penting juga untuk menunjukkan pukulan yang terkuat. Dengan kuatnya pukulan memberikan peluang untuk mendapatkan poin. Saat memukul, otot yang terlibat langsung adalah kelompok bahu seperti deltoid, trapezeus dan triceps serta otot lengan bagian bawah.

## E. Analisa Biomekanik Tahap Mendarat

Cara mendarat dalam setiap smash sama, yaitu pada saat tubuh bagian atas membungkuk ke depan, kaki diarahkan ke depan untuk mempertahankan keseimbangan. Atlet mendarat pada kedua kakinya dengan sedikit ditekuk. Dalam fase pendaratan, otot-otot tungkai menjadi dominan pula dalam menahan berat badan. Gerakan selanjutnya setelah memukul bola di atas net adalah mendarat

dengan kedua kaki mengeper dengan menekuk lutut (gerak fleksi tungkai bawah) yang lentur untuk meredam perkenaan kaki dengan tanah. Pendaratan dilakukan dengan jari-jari kaki (telapak kaki bagian depan) dan sikap badan condong ke depan dengan memperlambat gerakan. Perlambatan gerakan dilakukan untuk memperkecil momentum hingga menjadi nol (berhenti bergerak) untuk mencegah cedera dalam bentuk kerusakan sendi.

## BAB V

### ANALISIS BIOMEKANIKA PADA GERAKAN PANAHAN

#### A. Gerakan Release

Olahraga panahan dikatakan sebagai suatu kegiatan menggunakan busur panah untuk menembakkan anak panah. Olahraga panahan dilihat dari segi biomekanik terdapat pada klasifikasi keterampilan yaitu melontarkan objek untuk mencapai ketepatan maksimum. Kemudian, ditinjau dari segi belajar motorik (motor learning) panahan merupakan bagian dari keterampilan tertutup yaitu suatu keterampilan yang stimulusnya tidak dapat berubah. Setiap individu menginginkan sebuah hasil dari suatu proses latihan yang panjang. Hal ini digambarkan sebagai tolak ukur dalam menilai keterampilan atau kemampuan individu tersebut. Dalam olahraga, hasil atau tujuan yang dicapai disebut prestasi. Menurut Poerwadarminta, prestasi dikatakan sebagai hasil yang telah dicapai atau dilakukan dikerjakan dan sebagainya.

Dalam cabang olahraga panahan selain membutuhkan kondisi fisik yang prima seorang pemanah harus pula menguasai teknik dasar memanah yang baik dan benar agar dapat mencapai prestasi optimal. Seorang pemanah dikatakan memiliki kondisi fisik yang prima, jika ia memiliki daya tahan serta kekuatan otot yang dipergunakan langsung dalam memanah. Berikut ini disajikan sembilan langkah teknik dasar untuk pemanah pemula, yaitu:



Gambar 4. Gerakan memanah

## 1. Sikap Berdiri (Stand)

Sikap berdiri (stand), menurut Damiri, “Sikap/posisi kaki pada lantai atau tanah. Sikap berdiri yang baik ditandai oleh: (1) titik berat badan ditumpu oleh kedua kaki/tungkai secara seimbang, (2) tubuh tegak, tidak condong ke depan atau ke belakang, ke samping kanan ataupun ke samping kiri.” Terdapat empat macam sikap kaki dalam panahan, yaitu open stand, square stand, close stand, dan oblique stand, yang kebanyakan dipakai oleh pemanah pemula adalah sikap square stand atau sikap sejajar.

## 2. Memasang Ekor Panah (Nocking)

Memasang ekor anak panah (nocking), menurut Damiri, “Gerakan menempatkan atau memasukkan ekor panah ke tempat anak panah (nocking point) pada tali dan menempatkan gandar (shaft) pada sandaran anak panah (arrow rest). Kemudian diikuti dengan menempatkan jari-jari penarik pada tali dan siap menarik tali.” Memasang ekor panah dalam olahraga panahan bisa menjadi

fatal apabila salah penempatan baik terlalu atas ataupun terlalu bawah, maka perlu untuk memperhatikan kembali apakah anak panah yang dipasang sudah lurus tersandar di busur ataukah belum.

### 3. Mengangkat Lengan Busur (Extend)

Mengangkat lengan busur (extend), menurut Damiri, “Gerakan mengangkat lengan penahan busur (bow arm) setinggi bahu dan tangan penarik tali siap untuk menarik tali.” Hal-hal yang harus diperhatikan, yaitu lengan penahan busur rileks, tali ditarik oleh tiga jari yaitu jari telunjuk, jari tengah dan jari manis. Tali ditempatkan atau lebih tepatnya diletakkan pada ruas-ruas jari pertama, dan tekanan busur terhadap telapak tangan penahan busur ditengah-tengah titik V, yang dibentuk oleh ibu jari dan jari telunjuk (lengan penahan busur).

### 4. Menarik Tali Busur (Drawing)

Menarik tali busur (drawing), menurut Damiri, “Gerakan menarik tali sampai menyentuh dagu, bibir dan atau hidung. Kemudian dilanjutkan dengan menjangkarkan tangan penarik tali di dagu.” Ada tiga fase gerakan menarik, yaitu pre-draw, primary draw dan secondary draw. Pre-draw adalah gerakan tarikan awal. Pada saat ini sendi bahu, sendi siku dan sendi pergelangan tangan telah dikunci. Primary-draw atau tarikan utama adalah gerakan tarikan dari posisi pre-draw sampai tali menyentuh atau menempel dan sedikit menekan atau mengetat pada bagian dagu, bibir dan hidung dan berakhir pada posisi penjangkaran.

Secondary-draw atau tarikan kedua adalah gerakan menahan tarikan pada posisi penjangkaran sampai melepas tali (release).

## 5. Menjangkarkan Lengan Penarik (ANCHORING)

Menjangkarkan lengan penarik (anchoring), menurut Damiri, “Gerakan menjangkarkan tangan penarik pada bagian dagu.” Hal yang harus diperhatikan, yaitu tempat penjangkaran tangan penarik tali harus tetap sama dan kokoh menempel di bawah dagu, dan harus memungkinkan terlihatnya bayangan tali pada busur (string alignment). Ada dua jenis penjangkaran, yaitu penjangkaran di tengah dan penjangkaran di samping. Pada penjangkaran di tengah, tali menyentuh pada bagian tengah dagu, bibir dan hidung serta tangan penarik menempel di bawah dagu. Pada penjangkaran di samping, tali menyentuh pada bagian samping dagu, bibir dan hidung, serta tangan penarik menempel di bawah dagu.

## 6. Menahan Sikap Panahan (Tighten)

Menahan sikap panahan (tighten), menurut Damiri, adalah: Suatu keadaan menahan sikap panahan beberapa saat, setelah penjangkaran dan sebelum anak panah dilepas. Pada saat ini otot-otot lengan penahan busur dan lengan penarik tali harus berkontraksi agar sikap panahan tidak berubah. Bersamaan dengan itu pemanah melakukan pembidikan. Jadi pada saat membidik, sikap pemanah harus tetap dipertahankan.

## 7. Membidik (Aiming)

Membidik (aiming), menurut Damiri: “Gerakan mengarahkan atau menempelkan titik alat pembedik (visir) pada tengah sasaran/titik sasaran.” Pada posisi membidik, posisi badan dari pemanah diharapkan tidak berubah, kemudian pemanah tidak hanya fokus kepada sasaran tetapi diutamakan pada teknik, dengan kondisi badan yang relaks fokus akan lebih baik.

## 8. Melepas Tali/Panah (Release)

Melepas tali/panah (release), menurut Damiri: “Gerakan melepas tali busur, dengan cara merilekskan jari-jari penarik tali.” Ada dua cara melepaskan anak panah, yaitu dead release dan active release. Pada dead release setelah tali lepas, tangan penarik tali tetap menempel pada dagu seperti sebelum tali lepas. Pada active release, setelah tali lepas tangan penarik tali bergerak ke belakang menelusuri dagu dan leher pemanah. Pelepasan anak panah yang baik diperlukan untuk memberikan kekuatan penuh dari tali terhadap panah dalam setiap melepaskan panah yang diinginkan dan untuk mencegah getaran tali yang tidak diperlukan, yang akan menyebabkan panah berputar. Kesalahan sedikit apapun pada saat melepaskan anak panah, mengakibatkan dampak yang sangat besar terhadap sasaran.

## 9. Menahan Sikap Panahan (After Hold)

Menahan sikap panahan (after hold), menurut Damiri, “Suatu tindakan untuk mempertahankan sikap panahan sesaat (beberapa detik) setelah anak panah meninggalkan busur.

Tindakan ini dimaksudkan untuk memudahkan pengontrolan gerak panahan yang dilakukan.”

## B. Analisa Biomekanik Gerakan Release

### 1. Poros Gerak dalam Panahan

Teknik memanah yang benar terkait erat dengan segi anatomi dan mekanika gerak. Dengan mekanika gerak, akan memungkinkan terciptanya keajegan (consistency) yang baik. Mekanika gerak yang terkait dalam olahraga panahan adalah dua poros (axis) gerak. Dua poros gerak tersebut adalah: poros I dan poros II. Poros I (satu) adalah sikap bahu dan sikap lengan penahan busur (bow hand) satu garis lurus. Sedangkan poros II (dua) adalah sikap bahu dan sikap lengan penahan busur (draw hand) satu garis lurus.

### 2. Hukum Newton

Hukum Newton I sebagaimana dirumuskan oleh Sir Isaac Newton (1642-1772) adalah: “Sebuah benda terus dalam keadaan diam atau terus bergerak dengan kelajuan tetap, kecuali jika ada gaya luar yang memaksa benda tersebut mengubah keadaan.” Hukum I Newton juga menggambarkan sifat benda yang selalu mempertahankan keadaan diam atau keadaan bergeraknya yang dinamakan inersia atau kelembaman. Oleh karena itu, Hukum I Newton dikenal juga dengan sebutan Hukum Kelembaman. Hukum ini mulai diterapkan dari mulai menarik busur, terutama dari sikap set up. Pemanah tidak bisa hanya menggunakan otot bagian belakang saja dalam menarik, tetapi harus menggunakan

lengan atas dan tangan penarik dengan baik. Bagaimanapun juga, jika pemanah secara kontinu menarik, berarti melepas posisi holding, dimana kita butuh transfer ketegangan yang memungkinkan dari lengan atas dan tangan penarik ke otot bagian belakang. Oleh karena itu, jika holding tidak tercapai, tidak ada transfer ketegangan yang bisa terjadi. Selama fase transfer, otot punggung secara kontinu menggerakkan scapula kearah tulang belakang, ketika ketegangan dari lengan atas dan tangan penarik telah ditransfer. Hukum inertia hanya diterapkan dari posisi holding. Scapulae bergerak mendekat tulang belakang yang menyebabkan dada membuka dan tidak berlebihan, ini penting supaya anak panah terjadi klik.

Hukum Newton II berbunyi: “Benda akan mengalami percepatan jika ada gaya yang bekerja pada benda tersebut dimana gaya ini sebanding dengan suatu konstanta (massa) dan percepatan benda”. Maksudnya, makin besar percepatan makin besar pula kekuatannya, makin kecil percepatan makin kecil pula kekuatannya. Hukum ini akan menerapkan momentum dari memulai gerakan menarik. Dengan demikian lebih baik menarik yang cepat dan dalam garis lurus kira-kira 2-3 inchi di bawah dagu.

Hukum Newton III berbunyi: “Dua benda yang berinteraksi akan timbul gaya pada masing-masing benda yang arahnya berlawanan arah dan besarnya sama”. Dalam hukum ini dijelaskan mengenai aksi dan reaksi. Dimana pada saat proses

release, aksi yang diberikan ialah pada saat otot-otot scapula bekerja menarik tali kebelakang yang menghasilkan suatu reaksi yang disebut proses klicking, sehingga membuat anak panah terlepas dari busur.

### 3. Prinsip Gaya Horizontal dan Vertikal

Dalam proses release, juga menuntut adanya keseimbangan statis yang harus dipertahankan selama menembak. Keseimbangan yang baik dan sesuai dengan biomekanik, dapat membuat pemanah melakukan teknik yang baik dan membuat sedikit upaya dari otot yang terlibat dalam gerakan tersebut. Posisi tubuh yang tepat akan menghasilkan sedikit ketegangan pada tubuh, sehingga sikap holding dan aiming dapat dicapai dalam proses release. Pendistribusian berat badan merupakan komponen yang sangat penting pada pendistribusian gaya vertikal dan horizontal. Hubungan langsung dan secara proporsional antara gaya vertikal dan horizontal dalam panahan tidak dapat ditunjukkan dengan menggunakan gaya yang tepat. Bagaimanapun juga, dengan postur yang benar dan seimbang, kita bisa lebih kuat mengembangkan gaya yang lebih bermanfaat, sehingga bisa mencapai stabilitas yang lebih baik.

### 4. Force

Force/gaya yang di gunakan dalam proses release adalah gaya internal (tekan) / internal forces terutama saat scapulae dan sikut pada lengan kanan menarik kebelakang. Vector/arrah gaya terjadi pada saat gerakan sikut lengan kanan melakukan gerakan kebelakang baik pada saat menarik tali busur sampai melepaskan

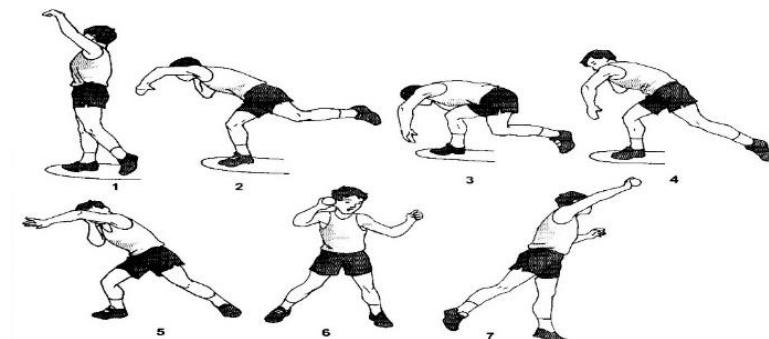
anak panah. External Forces/tenaga dari luar, Dari awalan sampai proses release, Di luar tubuh, Hambatan udara dan gravitasi juga berpengaruh pada saat melakukan gerakan.

## **BAB VI**

### **ANALISIS BIOMEKANIKA**

#### **PADA GERAKAN TOLAK PELURU**

Tolak peluru merupakan salah satu nomor perlombaan atletik. Nomor ini diperlombakan untuk kategori pria dan wanita. Berat peluru untuk kategori wanita adalah 4 kilogram dan untuk kategori pria 7,26 kilogram. Peluru terbuat dari besi keras, kuningan atau logam lain dan tidak boleh lebih lunak dari kuningan, atau kulit metal yang keras diisi dengan timah atau materil lain. Dalam perlombaan tolak peluru, gerakan-gerakan atlit dalam usahanya untuk melaksanakan tolakan harus dilakukan di dalam sebuah lapangan yang dibatasi oleh sebuah lingkaran dengan garis tengah 2,135 m. Peluru harus jatuh di dalam sebuah sektor yang dibatasi oleh dua garis lurus yang ditarik dari pusat lingkaran ke ujung-ujung busus pada lingkaran dengan besar sudut 40 derajat. Salah satu teknik yang paling sering dilakukan adalah gaya O'Brien, pelaksanaannya adalah sebagai berikut:



Gambar 5. Teknik Tolak Peluru Gaya O'Brian

## 1. Teknik Awalan

- Berdiri tegak membelakangi arah tolakan
- Peluru dipegang dengan tangan kanan dan jari-jari terbuka
- Jari kelingking dan ibu jari menjaga agar peluru tidak menggeser ke samping
- Peluru diletakkan atau ditempelkan diantara bahu dan leher dibawah rahang dengan telapak tangan terbuka ke atas
- Siku bengkok dan lemas di samping badan
- Lutut kaki kanan dibengkokan, berat badan pada kaki kanan, tungkai kiri lurus ke belakang rileks

## 2. Gerak Meluncur

- Lengan kiri dilipat di depan badan untuk membentuk keseimbangan
- Tarik tungkai kiri ke depan, lutut dilipat di bawah perut di samping tungkai depan (kanan)
- Luruskan kembali tungkai kiri
- Bersamaan dengan meluruskan tungkai kiri ke belakang, tolakan kaki kanan kuat dan pindahkan kaki kanan searah dengan gerakan tubuh sejauh-jauhnya sehingga kaki kiri menyentuh balok tolakan
- Gerakan melentur diakhiri dengan sikap lutut tungkai kiri lurus, lutut tungkai kanan bengkok, berat badan pada kaki kanan

### 3. Teknik Tolakan

- Bersamaan dengan kaki kiri menyentuh balok, luruskan lutut tungkai kanan dan tolak atau dorong peluru dengan cepat dibantu dengan putaran pinggul, putaran lengan kiri, lenturan togok dan ekstensi pergelangan tangan kanan
- Sudut tolakan kira-kira 40 derajat dengan bidang horisontal
- Setelah menolak lengan kanan tetap lurus
- Berat badan ke depan, supaya tidak keluar lingkaran pindahkan kaki kanan ke depan

#### A. Analisis Biomekanik Gerak Tolak Peluru gaya O'Brian

Menurut pandangan Biomekanika, tolak peluru termasuk jenis keterampilan yang diklasifikasikan dalam: Melontarkan objek untuk mencapai jarak horisontal maksimal. Selain tolak peluru, termasuk dalam klasifikasi ini adalah, lempar cakram, lempar lembing, lontar martil dan lompat jauh. Melontarkan peluru berarti menggerakkan benda/objek, dan agar objek bergerak ke suatu jarak tertentu diperlukan tenaga (force). Tenaga (force) ini diperlukan untuk melawan gaya gravitasi yang bekerja pada setiap benda yang berada di bumi. Gaya gravitasi atau gaya tarik bumi ini bekerja menarik setiap benda ke arah pusat bumi. Untuk menggerakkan sebuah benda makin menjauhi pusat bumi maka makin besar juga tenaga yang harus dikerahkan. Lintasan peluru dalam tolak peluru dalam konsep biomekanika bisa disebut sebagai proyektil dalam olahraga. Atau bisa juga disebut sebagai gerak parabola.

Berdasarkan keterangan di atas Faktor-faktor yang mempengaruhi jauhnya tolakan dalam tolak peluru:

1. Besarnya kecepatan awal peluru pada saat lepas dari tangan,
2. Besarnya sudut tolakan
3. Ketinggian peluru saat lepas dari tangan.

Pada fase persiapan dapat bergerak dari posisi diam karena pengaruh maju mundurnya kaki. Dan pada fase gerak lanjut gerakan dapat menghentikan gerakan dengan cara memindahkan kaki kanan ke depan. Jika mulai fase persiapan sampai fase gerakan terjadi percepatan maka pada saat peluru lepas dari tangan juga terjadi percepatan. Semakin kuat tungkai menjelajah tanah untuk gerakan ekstensi makin besar pula tenaga yang diperoleh untuk mendorong peluru ke atas. Untuk memudahkan gerak kaki diayun ke depan dan belakang. Untuk menghentikan gerak, kaki kanan melangkah ke depan.

## **BAB VII**

### **ANALISIS BIOMEKANIKA**

### **PADA GERAKAN PENCAK SILAT**

#### **A. Gerakan Tendangan**

Tendangan yang dinilai dalam pertandingan pencak silat adalah tendangan yang mengenai sasaran togok (tubuh) adalah bagian tubuh kecuali leher ke atas dan kemaluan. Tendangan yang diperbolehkan dalam kategori tanding ada beberapa macam, diantaranya:

##### **1. Tendangan Lurus/ Tendangan “A”/ Tendangan Depan**

Pelaksanaan tendangan ini adalah dengan cara mengangkat lutut terlebih dahulu ke arah depan kemudian meluruskan bagian tungkai kaki. Tendangan jenis ini sangat cocok digunakan untuk pertarungan jarak jauh, dan bagi pesilat yang memiliki tungkai yang panjang sangat efektif digunakan karena jangkauannya pasti lebih panjang pula. Kelemahan dari tendangan ini adalah jika gerak balik tidak cepat maka sangat mudah tendangan tersebut untuk ditangkap.

##### **2. Tendangan Sabit/ Busur**

Seperti namanya tendangan busur adalah tendangan berbentuk busur dengan menggunakan punggung kaki. Pelaksanaan tendangan ini adalah sama dengan prinsip tendangan depan namun lintasnya berbentuk busur dengan tumpuan satu kaki dan perkenaan pada punggung kaki.

### 3. Tendangan Belakang/ “B”

Tendangan belakang merupakan tendangan ke arah belakang atau dengan membelakangi musuh, tendangan ini jarang digunakan karena pelaksanaanya cukup sulit yaitu membelakangi lawan atau dengan tak melihat lawan sehingga perkenaanya tak isa maksimal.

### 4. Tendangan Samping/ “T”

Tendangan T adalah sebutan lain untuk macam tendangan dengan nama gerakan tendangan ke arah Samping. Dalam bahasa Karate tendangan ini disebut sebagai Yoko-geri. Terdapat berbagai macam variasi tendangan samping ini. Semua varian diatas, khususnya untuk permainan atas, awalan boleh berbeda tetapi bentuk akhirnya sama yaitu seperti huruf T. Pada dasarnya tendangan samping memakai tumit sebagai alat serang atau menggunakan sisi luar telapak kaki atau ada yang menyebut sebagai pisau kaki. Tendangan Samping mempunyai beberapa kelebihan dan kekurangan.

Beberapa kelebihan antara lain:

- Jangkauan lebih panjang
- Jarak kepala dengan lawan lebih jauh, maka lebih aman
- Eksplorasi tenaga bisa maksimum

Untuk kelemahannya antara lain:

- Sulit digunakan untuk pertarungan jarak pendek.

- Lebih mudah dijatuhkan baik dengan permainan bawah maupun dengan tangkapan. Semakin rebah sikap badan semakin mudah dijatuhkan dengan tangkapan.
- Kurang menghadap lawan sehingga bisa kehilangan pandangan



Gambar 6. Gerakan tendangan

## B. Gerakan Pukulan

Pukulan dalam pencak silat ada beberapa macam, namun yang banyak dipakai dalam pencak silat kategori tanding adalah pukulan depan atau “jep” dan pukulan sangkol/ bandol atau “swing”. Kekuatan pukulan terpusat pada dua buku jari yang besar (jari telunjuk dan jari tengah) yang yang terletak di punggung tangan. Yang penting, pada waktu mengirimkan pukulan tangan dan kepalan harus dalam keadaan lentur dan rileks, baru setelah mengenai sasaran kepalan tangan diperkeras dan tenaga disalurkan dengan sepenuhnya. Pukulan tidak boleh dilakukan dengan mengambil awalan, kerana akan mudah diantisipasi oleh lawan.

## 1. Pukulan Depan atau “Jep”

Cara mengepal yang benar, lipatlah buku-buku jari tangan anda kemudian kancinglah dengan ibu jari anda. Pergelangan tangan harus lurus, tidak boleh bengkok.

## 2. Pukulan Swing

Yakni pukulan yang lintasannya dari bawah ke atas dengan kepalan terbalik atau menghadap ke atas, sasaran adalah ulu hati atau tubuh bagian depan. Pukulan ini cocok untuk pertarungan jarak dekat.



Gambar 7. Gerakan pukulan

## C. Gerakan Jatuhkan

Jatuhkan adalah usaha pesilat untuk menjatuhkan lawan. Ada 2 cara yaitu:

1. Jatuhkan langsung yaitu menghilangkan tumpuan badan lawan dengan cara: sapuan rebah, sapuan berdiri, sirkel bawah dan guntingan. Penggunaan prinsip keseimbangan dalam olahraga pencak silat khususnya pada teknik jatuhkan sangat penting, karena

jatuh langsung dilakukan dengan cara menghilangkan tumpuan lawan sesuai dengan prinsip keseimbangan yang berbunyi keseimbangan tergantung besar kecilnya bidang tumpu artinya makin kecil bidang tumpu derajat keseimbangannya akan semakin labil.

2. Jatuh tak langsung yaitu jatuh dari proses tangkapan yang dilanjutkan dengan ungkitan, kaitan, dorongan, tarikan, dan sapuan atas. Tangkapan merupakan suatu usaha pembelaan dengan cara menangkap lengan atau tungkai lawan untuk melakukan serangan jatuh. Prinsip tangkapan juga menggunakan ilmu biomekanika tendangan atau pukulan yang bergerak sangat cepat harus ditangkap tanpa melukai atau menciderai tangan ini sama saja dengan gerakan meredam impact. Gerakan menangkap ini adalah seperti gerakan yang memanipulasi objek (kaki, tangan), gaya yang berupa impact ini besarnya ada yang sedang-sedang saja, ada yang cukup besar, bahkan ada yang sangat besar untuk ditahan. Oleh karena itu untuk impact yang besar perlu gaya tersebut dikurangi dengan jalan meredam, menghisap atau memecahkannya dengan cara telapak tangan lemas saat akan menangkap untuk mengurangi benturan serta mengikuti arah gerak kaki sehingga pada proses bantingan akan lebih ringan karena memanfaatkan tenaga lawan.



Gambar 8. Gerakan jatuhuan

Selain itu proses bantingan dalam pencak silat sebagian besar menggunakan prinsip keseimbangan yaitu:

1. Keseimbangan tergantung besar kecilnya bidang tumpu artinya makin kecil bidang tumpu derajat keseimbangannya makin rendah atau stabil. Dalam pencak silat prinsip keseimbangan ini diterapkan pada proses jatuhuan dengan tangkapan, bidang tumpu lawan diperkecil dengan menangkap kaki lawan.
2. Keseimbangan tergantung berat benda, artinya makin berat suatu benda maka akan semakin stabil atau susah dijatuhkan. Maka untuk melakukan proses jatuhuan pesilat harus memiliki kekuatan otot tangan yang besar.
3. Stabilitas tergantung dari jarak titik berat benda terhadap bidang tumpu. Artinya semakin jauh semakin labil. Titik berat benda pada manusia adalah bagian pusar, dan titik tumpu adalah bagian kaki maka untuk memudahkan proses bantingan diharapkan tubuh lawan diangkat jauh dari lantai sebagai bidang tumpu.

4. Stabilitas terjamin atau mantap jika proyeksi titik berat badan jatuh pada tengah-tengah bidang tumpu. Maka dalam proses bantingan usahakan proyeksi titik berat badan lawan sejauh mungkin dengan titik bidang tumpu agar mudah dijatuhkan. Ini dapat dilakukan dengan cara menangkap kaki lawan kemudian menariknya menjauhi bidang tumpu.

## D. Gerakan Pasang

Pasangan merupakan kuda-kuda yang dilakukan pesilat sebelum atau pada saat bersiap melakukan serangan atau bertahan. Pasang yang bagus adalah seperti pada prinsip biomekanik: Kalau hendak bergerak dengan seketika/cepat ke suatu arah, badan harus dalam posisi labil, jadi titik berat harus dipindahkan ke depan sehingga hampir dekat dengan titik tumpu. Dianggap bahwa dalam keadaan diam itu pada saat melakukan pukulan dan tendangan atau kemudian langsung menghindar ke posisi yang lain. Sikap atau posisi pasang untuk dapat bergerak dengan cepat ke suatu arah adalah sebagai berikut:

- Kedua kaki jaraknya selebar bahu
- Berdiri pada kedua tumit atau jinjit
- Badan pada posisi labil
- Tangan rileks



Gambar 9. Gerak pasang

## DAFTAR PUSTAKA

- Ardiyanto, Hysa, and Widiyanto. 2019. “Prinsip-Prinsip Biomekanika Kualitatif: Upaya Menjembatani Teori Dan Aplikasi Dalam Sport Science.” *Media Ilmu Keolahragaan Indonesia* 9(2): 54–62.
- Harmono, Setyo. 2017. “Pengaruh Model Pembelajaran Quantum Dan Gaya Jasmani Olahraga Dan Kesehatan Siswa SMA Kota Kediri.” *Jurnal Pembelajaran Olahraga* 3(1): 103–14. <http://mahesainstitute.web.id/ojs2/index.php/jehss>.
- Kuntjoro, Bambang. 2015. “Analisis Biomekanika Pada Olahraga Renang Gaya Bebas.” *Phederal: Physical Education, Health and Recreation Journal* 11(2).
- Kusnandar, Panuwun Joko Nurcahyo, and Didik Rilastiyo Budi. 2021. “Fundamental Movement Skills: Identifikasi Keterampilan Gerak Dasar Olahraga Pada Siswa.” *Jurnal Kejaora (Kesehatan Jasmani dan Olah Raga)* 6(2): 265–70.
- Kusumawati, Mia, and Memet Muhamad. 2020. “Analisis Biomekanik Teknik Shooting Pada Cabang Olahraga Bola Basket.” *Analisis Biomekanika Teknik Shooting Dalam Cabang Olahraga Bola Basket* 11(1): 23–30.
- Lobietti, Roberto. 2007. “Journal of Human Sport and Exercise Online.” *Education* 1(1): 1–9.
- Mailapalli, Damodhara R., John Benton, and Thomas W. Woodward. 2015. “Biomechanics of the Taekwondo Axe Kick: A Review.” *Journal of Human Sport and Exercise* 10(1):

141–49.

- Nugroho, Untung. 2015. “Analisis Biomekanika Forehand Groundstroke Atlet Yunior Daerah Istimewa Yogyakarta.” *Jurnal Ilmiah Penjas* 1(1): 49–62.
- Rahadian, Adi. 2019. “Aplikasi Analisis Biomekanika (Kinovea Software) Untuk Mengembangkan Kemampuan Lari Jarak Pendek (100 M) Mahasiswa PJKR Unsur.” *Journal of SPORT (Sport, Physical Education, Organization, Recreation, and Training)* 3(1): 1–8.
- Soeharsono. 2005. “Aplikasi Praktis Biomekanika Dalam Pendidikan Jasmani Dan Olahraga.” *Jurnal Pendidikan Jasmani Indonesia*: 9–30.

## **Profil Penulis**



### **Drs. Daharis, M.Pd.**

Penulis lahir di Kampar pada tanggal 20 April 1960. Perjalanan penulis dalam dunia pendidikan dimulai ketika memasuki Sekolah Dasar di SDN 05 Kampar dan menamatkan pendidikan pada tahun 1974. Setelah itu melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Pertama di SMPN 01 Air Tiris dan lulus tahun 1977. Penulis lalu menempuh pendidikan di Sekolah Guru Olahraga (SGO) Pekanbaru dan lulus pada tahun 1981. Memasuki masa perkuliahan penulis memutuskan untuk melanjutkan ke Perguruan Tinggi IKIP Padang Program Studi S1 Pendidikan Olahraga. Penulis menyelesaikan masa perkuliahan selama 8 semester dan memperoleh Gelar Sarjana pada tahun 1985. Peneliti kemudian melanjutkan perkuliahan ke jenjang S2 Program Pascasarjana Universitas Negeri Padang Program Studi Manajemen Pendidikan Olahraga dan memperoleh Gelar Magister Pendidikan pada tahun 2004. Saat ini penulis merupakan seorang dosen Program Studi Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Islam Riau. Selain itu juga menjabat sebagai Wakil Dekan III bidang Kemahasiswaan dan Alumni. Penulis juga tergabung dalam organisasi Ikatan Sarjana Olahraga Indonesia (ISORI) Provinsi Riau sebagai dewan pakar. Penulis aktif mengajar dengan spesialisasi pada olahraga senam lantai. Penulis juga terlibat pada kegiatan Tri Dharma seperti penelitian dan pengabdian kepada masyarakat.

Email Penulis: [daharispenjas@edu.uir.ac.id](mailto:daharispenjas@edu.uir.ac.id)

## **Profil Penulis**



### **Novri Gazali, S.Pd., M.Pd.**

Penulis lahir Tanggal 17 November 1987 di Teluk Kuantan, Kabupaten Kuantan Singingi, Provinsi Riau. Penulis menyelesaikan studi S1 di Program Studi Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi, Universitas Islam Riau pada Tahun 2011. Sedangkan studi S2 di Program Studi Manajemen Pendidikan Olahraga, Universitas Negeri Padang pada Tahun 2014. Saat ini Penulis melanjutkan studi S3 di Universiti Utara Malaysia. Penulis bekerja sebagai dosen di Program Studi Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi, Universitas Islam Riau dari Tahun 2015. Penulis juga aktif dalam mengelola jurnal, dan ditunjuk sebagai Editor in Chief dari Journal Sport Area dan sudah terindeks Sinta 2. Beberapa penelitian internal universitas dari Penulis yang telah dilakukan didanai oleh Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (DPPM) Universitas Islam Riau. Penulis juga sudah lolos 4 kali penelitian dan 1 kali pengabian kepada masyarakat yang didanai oleh Kemenristek DIKTI.

Email Penulis: [novri.gazali@edu.uir.ac.id](mailto:novri.gazali@edu.uir.ac.id)

## **Profil Penulis**



### **Dr. Oki Candra, S.Pd., M.Pd,**

Lahir di Baserah 01 Oktober 1988, anak ketiga dari tujuh bersaudara pasangan Bapak Anizar dan Ibu Yuliarnis (Alm). Menikah dengan Putri Wahyuni, S.Pd., M.Pd dan mempunyai 3 orang anak bernama Excelia Humaira PC, Queensha Shahia PC, Hazig Gibran PC. Menyelesaikan pendidikan formal di SD Negeri 01 Kuantan Hilir Kab. Kuantan Singingi (2000), SMP Negeri 1 Kab. Kuantan Singingi.

(2003), dan SMA Negeri 1 Kuantan Hilir Kab. Kuantan Singingi (2006). Kemudian tahun 2006 melanjutkan pada program Sarjana (S1) Pendidikan Jasmani kesehatan dan Rekreasi di Fakultas Keguruan Ilmu Pendidikan Universitas Islam Riau dan selesai tahun 2010. Pada tahun 2011 berkesempatan meneruskan kuliah pada program Magister (S2) Manajemen Pendidikan Olahraga di Program Pascasarjana Universitas Negeri Padang dan pada tahun 2015 meneruskan kuliah pada program Doktor (S3) Pendidikan Olahraga di Pascasarjana Universitas Negeri Jakarta selesai 2018.

Pengalaman Kerja: Dosen Penjaskesrek di Universitas Islam Riau (2011-sekarang). Pengalaman berorganisasi yaitu sebagai pengurus Perbasi Provinsi Riau 2016-2020, Pengurus Olahraga Petanque Kota Pekanbaru 2019 s/d 2023, Pengurus Perbasi Kota Pekanbaru 2021-2025 dan Pengurus Isori Provinsi Riau. Adapun pengalaman melatih bola basket yaitu dimulai dari tahun 2006- sekarang.



Penerbit:

**Ahlimedia Press (Anggota IKAPI)**

Jl. Ki Ageng Gribig, Gang Kaserin MU No. 36  
Kota Malang 65138, Telp: +6285232777747  
[www.ahlimediapress.com](http://www.ahlimediapress.com)

ISBN 978-623-413-179-6



9 786234 131796