

BAB 2

TINJAUAN TEORETIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 *Konsep Latihan*

2.1.1.1 Pengertian Latihan

Latihan adalah segala upaya untuk meningkatkan kondisi fisik secara keseluruhan melalui proses yang terstruktur dan berulang-ulang dengan waktu, jumlah beban, dan intensitas. Latihan adalah upaya untuk mencapai tujuan. Menurut Harsono, (2015, p. 50) menyatakan bahwa latihan (*Training*) adalah proses yang sistematis dari berlatih atau bekerja yang dilakukan secara berulang ulang, drill dengan kian hari kian menambah jumlah latihan atau pekerjaannya. Sedangkan latihan disini dapat diartikan sebagai upaya untuk meningkatkan secara menyeluruh kondisi fisik yang dilakukan secara terprogram dan berulang-ulang dengan beban kian hari kian bertambah jumlah beban latihannya untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Beberapa aspek latihan yang perlu diperhatikan dan dilakukan oleh atlet untuk mencapai prestasi yang maksimal menurut Harsono (2015, p. 50) yaitu latihan fisik, latihan teknik, latihan taktik, dan latihan mental. Latihan adalah suatu upaya yang dilakukan individu untuk mengembangkan potensi diri. Dengan demikian, Harsono (2015, p. 50) menegaskan bahwa latihan tidak hanya sebatas aktivitas berolahraga, tetapi merupakan suatu proses pendidikan jasmani yang dirancang secara sistematis dan ilmiah guna mengoptimalkan pengembangan potensi atlet secara menyeluruh.

2.1.1.2 Tujuan latihan

Tujuan utama dari latihan adalah untuk membantu atlet meningkatkan keterampilan dan kemampuan mereka semaksimal mungkin. Menurut Harsono (2015, p. 100) mengemukakan bahwa tujuan latihan dalam olahraga tidak hanya terbatas pada penguasaan keterampilan, tetapi juga mencakup pengembangan berbagai aspek yang mendukung pencapaian prestasi. Secara garis besar, tujuan latihan meliputi: peningkatan kondisi fisik agar tubuh memiliki kekuatan, daya tahan, kecepatan, kelentukan, serta koordinasi yang lebih baik; penguasaan keterampilan teknik sehingga gerakan olahraga dapat dilakukan secara efektif,

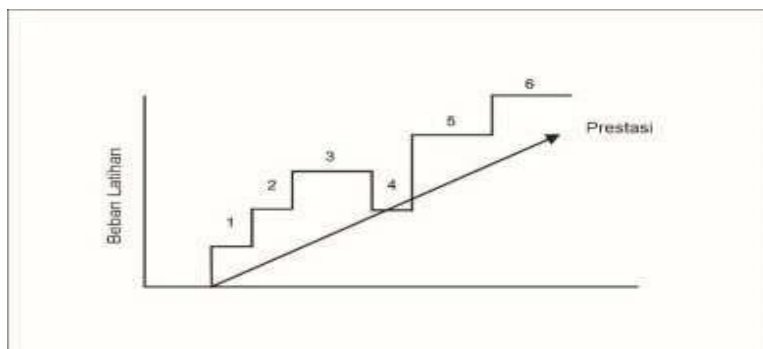
efisien, dan benar; pengembangan kemampuan taktik guna melatih pemikiran strategis serta pengambilan keputusan cepat sesuai situasi permainan; pembentukan kesiapan mental yang mencakup konsentrasi, kepercayaan diri, motivasi, dan daya juang untuk menghadapi tekanan kompetisi; serta pencapaian prestasi optimal sebagai tujuan akhir, yakni menampilkan performa terbaik baik dalam latihan maupun pertandingan.

2.1.1.3 Prinsip Prinsip Latihan

Prinsip latihan merupakan hal-hal yang harus ditaati, dilakukan atau dihindari agar tujuan latihan dapat tercapai sesuai dengan yang diharapkan. Harsono (2015, p. 51) menyatakan bahwa dengan pengetahuan tentang prinsip prinsip training tersebut atlet akan lebih cepat meningkat prestasinya oleh karena akan lebih memperkuat keyakinannya akan tujuan-tujuan sebenarnya dari tugas tugas serta latihan-latihannya. Ada beberapa prinsip-prinsip latihan diantaranya adalah :

2.1.1.4 Prinsip Beban lebih (*Overload*)

Mengenai prinsip beban berlebih (*overload*) menurut Harsono (2015, p. 51) yaitu prinsip latihan ini adalah prinsip yang paling mendasar akan tetapi paling penting, oleh karena tanpa penerapan prinsip ini dalam latihan, tidak mungkin prestasi atlet akan meningkat. Penerapan beban latihan dapat diberikan dengan berbagai cara seperti meningkatkan jumlah latihan, lama latihan, macam latihan, repetisi latihan. Untuk menerapkan prinsip *overload* sebaiknya menggunakan metode sistem tangga yang didesain oleh Bompa (1983) yang dikemukakan oleh Harsono (2015, p. 54) dengan ilustrasi grafis sebagai berikut. Mengenai prinsip beban berlebih (*overload*) menurut Harsono (2015, p. 51) yaitu prinsip latihan ini adalah prinsip yang paling mendasar akan tetapi paling penting, oleh karena tanpa penerapan prinsip ini dalam latihan, tidak mungkin prestasi atlet akan meningkat. Penerapan beban latihan dapat diberikan dengan berbagai cara seperti meningkatkan jumlah latihan, lama latihan, macam latihan, repetisi latihan. Untuk menerapkan prinsip *overload* sebaiknya menggunakan metode sistem tangga yang didesain oleh Bompa (1983) yang dikemukakan oleh Harsono (2015, p. 54) dengan ilustrasi grafis sebagai berikut.



Gambar 2.1 Beban Latihan
Sumber: Harsono (2015, p. 54)

Setiap garis vertical menunjukkan penambahan (perubahan) beban, sedangkan setiap garis horizontal adalah fase adaptasi beban yang baru. Beban latihan pada 3 tangga pertama ditingkatkan secara sedikit demi sedikit atau secara bertahap, sedangkan pada tangga ke 4 beban latihan diturunkan, tahap ini disebut tahap *unloading phase*. Maksudnya pada tahap ini tubuh diberikan kesempatan untuk *recovery* atau mengumpulkan tenaga untuk beban latihan yang lebih berat lagi ditangga-tangga berikutnya.

Dalam penelitian ini bermaksud menerapkan prinsip *overload* dengan cara menambah beban latihan, intensitas ataupun repetisi setelah atlet merasa beradaptasi dengan beban latihan yang diberikan.

2.1.1.5 Prinsip Individualisasi

Prinsip individual merupakan prinsip yang membedakan pelatihan bagi setiap orang karena setiap orang memiliki kemampuan atau karakteristik yang berbeda-beda. Perbedaan-perbedaan itulah yang harus diperhatikan oleh pelatih dalam pemberian dosis latihan kepada atlet. Setiap atlet memberikan respon yang berbeda-beda terhadap beban latihan yang diberikan oleh pelatih, ada yang menganggap beban latihan tersebut ringan, ada yang menganggap beban latihannya lumayan susah, dan ada juga yang harus mengerahkan seluruh tenaganya untuk melakukan beban latihan tersebut, dan ada juga yang tidak bisa sama sekali melakukan beban latihan tersebut. Maka demikian latihan harus dirancang dan disesuaikan dengan kondisi atlet agar mencapai hasil yang terbaik. Faktor-faktor yang harus yang harus dipertimbangkan oleh pelatih dalam merancang program

latihan menurut Harsono (2015, p. 64) yaitu umur, jenis, bentuk tubuh, kedewasaan, latar belakang pendidikan, lamanya berlatih, dan tingkat kesegaran jasmaninya.

2.1.1.6 Prinsip Kualitas Latihan

Latihan yang berkualitas adalah latihan haruslah yang berisi isi drill yang bermanfaat dan yang jelas arah serta tujuan latihannya. Menurut Harsono, (2015, p. 75) menjelaskan bahwa berlatih secara intensif saja berjumlah cukup apabila latihan atau dril-dril tidak berbobot, bermutu, dan berkualitas. Orang bisa saja berlatih keras sampai habis napas dan tenaga, tetapi isi latihannya tidak bermutu, karena itu prestasinya tidak meningkat. Penerapan 10 kualitas latihan dalam penelitian ini yaitu dengan cara mengawasi sampel harus dengan teknik yang benar dan apabila gerakan salah segera diperbaiki.

Penerapan prinsip kualitas latihan dalam penelitian ini dilakukan dengan cara memberikan pengawasan dan koreksi-koreksi yang konstruktif. Pengawasan dan koreksi-koreksi yang konstruktif diberikan oleh penulis, dengan harapan sampel tidak melakukan kesalahan yang jika dibiarkan akan menjadi refleksitas yang salah. Apabila sampel melakukan gerakan yang salah, peneliti segera menyuruh sampel tersebut memperbaikinya. Sehingga sampel tersebut mendapat kualitas yang baik.

2.1.1.7 Prinsip Variasi Latihan

Ratusan jam kerja keras yang diperlukan oleh atlet untuk secara bertahap terus meningkatkan intensitas kerjanya, untuk mengulang setiap bentuk latihan, dan untuk semakin meningkatkan prestasinya. Oleh karena itu tidak mengherankan kalau latihan demikian sering dapat menyebabkan rasa bosan (*boredom*) pada atlet. Menurut Harsono, (2015, p. 78) menjelaskan bahwa variasi latihan untuk mencegah kemungkinan timbulnya kebosanan berlatih ini, peneliti harus kreatif dan pandai-pandai mencari dan menerapkan variasi latihan. Oleh karena itu dalam latihan pelatih memerlukan variasi latihan tersebut karena adanya variasi latihan, latihan bisa terjadi meredam *boredom* atau kejenuhan tersebut.

Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa untuk mencapai tujuan akhir dari suatu penampilan yaitu peningkatan prestasi yang optimal kegiatan

latihan harus dilakukan secara sistematis, bertahap dan berulang-ulang, dengan kian hari kian menambah jumlah beban latihan.

2.1.2 *Komponen Kondisi Fisik*

Menurut Rahayu dalam Oki et al. (2024, p. 592) mengatakan bahwa kondisi fisik adalah suatu kesatuan khusus dari komponen-komponen yang tidak dapat dipisahkan begitu saja, baik peningkatan maupun pemeliharannya. Kondisi fisik merupakan kemampuan dasar tubuh yang meliputi berbagai komponen seperti kekuatan, daya tahan, daya ledak, kecepatan, kelincahan, keseimbangan, kelenturan, koordinasi, dan reaksi Mirfa'ani & Nurrochmah, (2022, p. 239). Setiap komponen kondisi fisik memiliki peranan penting dalam menunjang aktivitas olahraga maupun kegiatan sehari-hari.

Dalam permainan bola voli, kemampuan teknik tidak akan berkembang secara optimal apabila tidak didukung oleh kondisi fisik yang baik. Kondisi fisik merupakan unsur dasar yang memengaruhi kualitas gerakan atlet dalam melakukan keterampilan bermain, termasuk *service*, *passing*, *block*, dan terutama *smash*. Menurut Harsono (2017, p. 23), kondisi fisik adalah kemampuan tubuh untuk melakukan aktivitas olahraga tanpa mengalami kelelahan berlebih serta memiliki kemampuan pemulihan yang cepat setelah aktivitas dilakukan. Komponen kondisi fisik secara umum menurut Sukadiyanto & Muluk, (2019, p. 45). meliputi: Kekuatan (*Strength*), Daya ledak (*Power*), Kecepatan (*Speed*), Kelincahan (*Agility*), Keseimbangan (*Balance*), Koordinasi (*Coordination*), Kelenturan (*Flexibility*), Daya tahan (*Endurance*).

Namun, tidak semua komponen tersebut memiliki pengaruh yang sama dalam setiap cabang olahraga. Dalam bola voli, terutama pada teknik *smash* terdapat beberapa komponen kondisi fisik yang sangat berperan, antara lain:

1. Kekuatan (*Strength*)

Kekuatan merupakan kemampuan otot untuk melakukan kontraksi guna mengatasi beban. Pada *smash* bola voli, kekuatan diperlukan terutama pada otot lengan, bahu, punggung atas, dan pergelangan tangan. Kekuatan menjadi dasar terbentuknya gerak pukulan, namun belum cukup untuk menghasilkan pukulan yang cepat dan bertenaga Lubis et al. (2024, p. 2).

2. Daya Ledak Otot (*Power*)

Power adalah kemampuan melakukan kekuatan dengan kecepatan (Bompa & Buzzichelli, 2019, p. 73). *Power* lengan adalah kunci utama dalam menghasilkan *smash* yang kuat dan cepat. Ayunan lengan yang cepat dan bertenaga memungkinkan bola menukik tajam ke lapangan lawan sehingga sulit dikembalikan.

3. Koordinasi

Koordinasi merupakan kemampuan mengintegrasikan gerakan beberapa bagian tubuh secara tepat dan efisien Sukadiyanto & Muluk, (2019, p. 61). Pada *smash*, koordinasi terlihat pada keselarasan antara tolakan kaki, ayunan lengan, dan saat kontak tangan dengan bola.

4. Kelentukan dan Kecepatan Gerak

Kelentukan membantu atlet mencapai sudut ayunan yang optimal, sedangkan kecepatan gerak membantu mempercepat perpindahan posisi sebelum melakukan *smash*.

2.1.3 *Power*

2.1.3.1 Pengertian *Power*

Daya ledak (*power*) merupakan salah satu komponen kondisi fisik yang sangat penting dalam aktivitas olahraga, khususnya pada cabang olahraga yang membutuhkan gerakan cepat dan kuat secara bersamaan. *Power* didefinisikan sebagai kemampuan otot atau sekelompok otot untuk menghasilkan kekuatan maksimal dalam waktu yang sangat singkat (Sukadiyanto & Muluk, 2020, p. 88). Pendapat lain menyatakan bahwa *power* adalah kemampuan melakukan kekuatan dengan kecepatan dalam satu gerakan eksplosif (Bompa & Buzzichelli, 2019, p. 73). Dengan demikian, *power* dapat dipahami sebagai hasil perpaduan antara kekuatan (*strength*) dan kecepatan (*speed*) yang dilakukan secara simultan.

Secara fisiologis, *power* berkaitan erat dengan kemampuan sistem neuromuskular dalam mengoordinasikan kerja antara otot dan sistem saraf. Ketika seseorang melakukan gerakan eksplosif, sistem saraf akan mengirimkan impuls secara cepat ke serabut otot sehingga menghasilkan kontraksi yang kuat dan

singkat. Oleh karena itu, *power* tidak hanya ditentukan oleh besar kecilnya kekuatan otot, tetapi juga oleh kecepatan respon saraf serta efisiensi koordinasi gerak.

Power terdiri dari dua komponen utama, yaitu kekuatan (*strength*) dan kecepatan (*speed*). Kekuatan merupakan kemampuan otot dalam menghasilkan gaya terhadap suatu beban, sedangkan kecepatan merupakan kemampuan untuk melakukan gerakan dalam waktu yang singkat. Kedua komponen ini tidak dapat dipisahkan dalam menghasilkan *power*, karena kekuatan tanpa kecepatan akan menghasilkan gerakan yang lambat, sedangkan kecepatan tanpa kekuatan akan menghasilkan gerakan yang kurang bertenaga. Oleh karena itu, integrasi antara kekuatan dan kecepatan menjadi faktor utama dalam menghasilkan gerakan eksplosif yang optimal. Hal ini sejalan dengan pendapat Bompa & Buzzichelli (2019, p. 73) yang menyatakan bahwa *power* merupakan hasil kombinasi antara kekuatan dan kecepatan yang diaplikasikan secara bersamaan dalam suatu gerakan eksplosif. Selain itu, menurut Sukadiyanto & Muluk (2020, p. 88), *power* adalah kemampuan otot untuk mengerahkan kekuatan maksimal dalam waktu yang sangat singkat, sehingga menghasilkan gerakan yang cepat dan bertenaga. Pendapat tersebut juga diperkuat oleh Harsono (2015, p. 122) yang mengemukakan bahwa dalam pengembangan *power*, latihan tidak hanya menekankan pada peningkatan kekuatan, tetapi juga harus diiringi dengan peningkatan kecepatan kontraksi otot agar menghasilkan daya ledak yang optimal. Dengan demikian, dapat dipahami bahwa kekuatan dan kecepatan merupakan dua komponen yang saling melengkapi dalam membentuk *power*. Semakin baik integrasi antara kekuatan dan kecepatan, maka semakin tinggi pula kemampuan seseorang dalam menghasilkan gerakan eksplosif yang efektif dan efisien, khususnya dalam aktivitas olahraga yang membutuhkan ledakan tenaga secara cepat seperti pada teknik *smash* dalam permainan bola voli.

Selain itu, kualitas *power* juga dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jenis serabut otot, ukuran otot, koordinasi neuromuskular, serta ketersediaan energi dalam otot. Serabut otot tipe cepat (*fast-twitch*) memiliki peran dominan dalam menghasilkan *power* karena mampu berkontraksi dengan cepat dan kuat. Hal ini sejalan dengan pendapat Bompa & Buzzichelli (2019, p. 74) yang menyatakan

bahwa serabut otot tipe II memiliki kemampuan kontraksi yang lebih cepat dan menghasilkan gaya yang lebih besar dibandingkan serabut otot tipe I, sehingga sangat berperan dalam aktivitas eksplosif. Di sisi lain, Sukadiyanto & Muluk (2020, p. 92) menjelaskan bahwa program latihan yang terstruktur dan spesifik sangat berpengaruh dalam meningkatkan kemampuan *power* seseorang melalui adaptasi neuromuskular dan peningkatan kapasitas kerja otot. Dalam konteks olahraga, *power* sangat dibutuhkan dalam berbagai aktivitas seperti melompat, berlari cepat, melempar, menendang, dan memukul. Cabang olahraga seperti bola voli, bola basket, sepak bola, atletik, dan bulu tangkis sangat mengandalkan kemampuan *power* untuk mencapai performa maksimal. Menurut Harsono (2015, p. 123), hampir seluruh cabang olahraga yang memerlukan gerakan cepat dan kuat dalam waktu singkat sangat bergantung pada kemampuan *power* sebagai penunjang utama performa atlet. Misalnya, dalam bola voli, *power* dibutuhkan dalam teknik *smash*, *service*, dan *blok*, yang semuanya memerlukan kombinasi antara kekuatan dan kecepatan dalam satu gerakan (Widiastuti, 2019, p. 77). Pengembangan *power* dalam latihan tidak hanya berfokus pada peningkatan kekuatan otot, tetapi juga harus memperhatikan kecepatan kontraksi otot. Oleh karena itu, metode latihan seperti *plyometric*, latihan beban eksplosif, dan latihan kecepatan sering digunakan untuk meningkatkan kemampuan *power* secara optimal. Hal ini didukung oleh pendapat Chu (2017, p. 68) yang menyatakan bahwa latihan *plyometric* efektif dalam meningkatkan daya ledak otot karena melatih otot untuk berkontraksi secara cepat melalui mekanisme *stretch-shortening cycle*. Selain itu, Bompa & Haff (2009, p. 312) juga menjelaskan bahwa kombinasi latihan kekuatan dan kecepatan merupakan metode yang paling efektif dalam mengembangkan *power* secara maksimal.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa *power* merupakan kemampuan otot untuk menghasilkan kekuatan secara cepat dan maksimal dalam waktu singkat melalui kombinasi antara kekuatan dan kecepatan. Hal ini sejalan dengan pendapat Sukadiyanto & Muluk (2020, p. 88) yang menyatakan bahwa *power* adalah kemampuan otot untuk mengerahkan kekuatan maksimal dalam waktu yang sangat singkat.

2.1.3.2 *Power* Otot Lengan

Power otot lengan merupakan salah satu komponen kondisi fisik yang sangat penting dalam menunjang performa olahraga, khususnya pada cabang olahraga yang melibatkan gerakan eksplosif seperti bola voli. *Power* otot lengan dapat diartikan sebagai kemampuan otot-otot lengan untuk menghasilkan kekuatan secara maksimal dalam waktu yang sangat singkat sehingga menghasilkan gerakan yang cepat dan bertenaga. Menurut Sukadiyanto & Muluk (2020, p. 88), *power* otot merupakan kemampuan otot untuk menghasilkan kekuatan secara cepat dalam waktu yang singkat, yang merupakan hasil perpaduan antara kekuatan (*strength*) dan kecepatan (*speed*). Sejalan dengan itu, Bomp & Buzzichelli (2019, p. 73) menyatakan bahwa *power* adalah kemampuan untuk melakukan kekuatan dengan kecepatan dalam satu gerakan eksplosif. Berdasarkan pendapat tersebut, dapat dipahami bahwa *power* otot lengan merupakan kemampuan otot lengan dalam mengombinasikan kekuatan dan kecepatan untuk menghasilkan gerakan eksplosif secara optimal.

Secara khusus, *power* otot lengan merujuk pada kemampuan otot-otot lengan dalam menghasilkan gaya secara cepat dan maksimal, terutama pada aktivitas yang melibatkan gerakan memukul, melempar, dan mendorong. Menurut Syafruddin (2020, p. 134), daya ledak otot lengan sangat berperan dalam menghasilkan gerakan pukulan yang cepat dan kuat, karena melibatkan kontraksi otot yang berlangsung secara eksplosif dalam waktu singkat. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kemampuan *power* otot lengan seseorang, maka semakin besar pula kemampuan dalam menghasilkan gerakan yang efektif dan efisien.

Dalam konteks permainan bola voli, *power* otot lengan memiliki peranan yang sangat penting, terutama dalam pelaksanaan teknik *smash*. *Smash* merupakan teknik serangan utama yang bertujuan untuk memperoleh poin dengan cara memukul bola secara keras dan tajam ke daerah permainan lawan. Menurut Pralanate (2023, p. 21), *smash* yang efektif membutuhkan kombinasi antara kekuatan, kecepatan, serta koordinasi gerak yang baik agar menghasilkan pukulan yang sulit dikembalikan oleh lawan.

Power otot lengan berperan dalam menghasilkan ayunan lengan yang cepat dan bertenaga pada saat melakukan kontak dengan bola. Semakin besar *power* otot lengan yang dimiliki pemain, maka semakin besar pula gaya yang dihasilkan saat memukul bola, sehingga bola dapat melaju dengan kecepatan tinggi dan arah yang tajam. Hal ini sejalan dengan pendapat Hedayana (2016, p. 46) yang menyatakan bahwa pukulan *smash* yang baik dapat dihasilkan apabila pemain memiliki *power* otot lengan yang kuat saat melakukan sentuhan dengan bola. Selain itu, menurut Widiastuti (2019, p. 77), gerakan eksplosif dalam olahraga sangat dipengaruhi oleh kemampuan neuromuskular dalam mengoordinasikan kerja antara otot dan sistem saraf. Dalam hal ini, *power* otot lengan tidak hanya bergantung pada kekuatan otot semata, tetapi juga pada kemampuan koordinasi neuromuskular yang memungkinkan terjadinya kontraksi otot secara cepat dan maksimal.

Dalam pelaksanaan *smash*, kekuatan otot lengan berfungsi untuk memberikan tenaga pada pukulan, sedangkan kecepatan berperan dalam mempercepat ayunan lengan saat kontak dengan bola. Kombinasi kedua komponen tersebut menghasilkan pukulan yang keras, cepat, dan sulit dikembalikan oleh lawan. Oleh karena itu, peningkatan *power* otot lengan menjadi sangat penting untuk menunjang keberhasilan teknik *smash* dalam permainan bola voli. Lebih lanjut, Sukadiyanto & Muluk (2020, p. 91) menyatakan bahwa peningkatan *power* otot dapat dicapai melalui latihan yang terprogram, terstruktur, dan berkesinambungan dengan memperhatikan prinsip latihan seperti overload, spesifisitas, dan progresivitas. Hal ini menunjukkan bahwa pengembangan *power* otot lengan memerlukan metode latihan yang tepat agar dapat memberikan hasil yang optimal.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa *power* otot lengan merupakan kemampuan otot-otot lengan untuk menghasilkan gaya secara cepat dan maksimal melalui kombinasi antara kekuatan dan kecepatan, yang sangat berperan dalam meningkatkan kualitas pukulan *smash* dalam permainan bola voli. Oleh karena itu, *power* otot lengan menjadi salah satu komponen kondisi fisik yang harus dikembangkan melalui program latihan yang sistematis dan spesifik.

2.1.3.3 Faktor yang Mempengaruhi *Power* Otot Lengan

Power otot lengan dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berkaitan dalam menentukan kemampuan otot menghasilkan gaya secara cepat dan eksplosif. Menurut Sukadiyanto & Muluk (2020, p. 91), peningkatan *power* otot sangat dipengaruhi oleh kualitas program latihan yang meliputi prinsip-prinsip latihan seperti overload, spesifisitas, dan progresivitas. Program latihan yang dirancang secara sistematis dan terstruktur akan memberikan stimulus yang tepat bagi perkembangan kekuatan dan kecepatan otot, sehingga berdampak pada peningkatan daya ledak otot secara optimal.

Selain itu, frekuensi dan intensitas latihan juga menjadi faktor penting dalam meningkatkan *power* otot lengan. Harsono (2015, p. 122) menyatakan bahwa latihan yang dilakukan secara teratur dengan frekuensi yang cukup serta intensitas yang sesuai akan meningkatkan kemampuan otot dalam berkontraksi secara cepat dan kuat. Frekuensi latihan yang terlalu rendah tidak akan memberikan adaptasi yang signifikan, sedangkan intensitas yang terlalu tinggi tanpa diimbangi dengan waktu pemulihan yang cukup dapat menyebabkan kelelahan bahkan cedera. Oleh karena itu, keseimbangan antara frekuensi, intensitas, dan waktu istirahat menjadi kunci dalam meningkatkan *power* otot secara efektif.

Koordinasi gerak juga memegang peranan penting dalam pembentukan *power* otot lengan. Menurut Bompa & Haff (2009), koordinasi neuromuskular merupakan kemampuan sistem saraf dan otot untuk bekerja secara harmonis dalam menghasilkan gerakan yang cepat dan tepat. Semakin baik koordinasi neuromuskular seseorang, maka semakin efisien pula penggunaan energi dalam menghasilkan gerakan eksplosif. Dalam konteks olahraga bola voli, koordinasi ini sangat dibutuhkan dalam menyelaraskan gerakan awalan, tolakan, hingga ayunan lengan saat melakukan smash. Selain koordinasi, teknik yang digunakan dalam melakukan suatu gerakan juga sangat mempengaruhi besar kecilnya *power* yang dihasilkan. Teknik yang benar akan membantu optimalisasi transfer energi dari tubuh ke anggota gerak, sehingga menghasilkan gerakan yang lebih efektif dan efisien. Sebaliknya, teknik yang kurang tepat dapat menyebabkan kehilangan energi serta menurunkan kualitas gerakan.

Hal ini sejalan dengan pendapat Syafruddin (2020, p. 134) yang menyatakan bahwa penguasaan teknik yang baik akan meningkatkan efektivitas penggunaan kekuatan dan kecepatan dalam menghasilkan gerakan eksplosif. Dalam konteks olahraga bola voli, khususnya pada teknik smash, penguasaan teknik yang baik akan memaksimalkan transfer energi dari tubuh bagian bawah hingga ke lengan saat melakukan pukulan.

Kondisi fisik individu juga menjadi faktor yang tidak kalah penting dalam mempengaruhi *power* otot lengan. Kondisi fisik meliputi kekuatan dasar, kecepatan, daya tahan, fleksibilitas, serta komposisi tubuh. Individu dengan kondisi fisik yang baik akan lebih mudah mengembangkan *power* otot dibandingkan dengan individu yang memiliki tingkat kebugaran rendah. Selain itu, faktor usia, jenis kelamin, dan pengalaman latihan juga turut mempengaruhi kemampuan dalam menghasilkan daya ledak otot (Sukadiyanto & Muluk, 2020, p. 95).

Lebih lanjut, faktor lain yang turut mempengaruhi *power* otot lengan adalah motivasi dan kesiapan psikologis individu dalam menjalani latihan. Meskipun sering dianggap sebagai faktor non-fisik, aspek psikologis memiliki peran penting dalam menentukan kualitas latihan yang dilakukan. Individu yang memiliki motivasi tinggi cenderung lebih konsisten dan bersungguh-sungguh dalam mengikuti program latihan, sehingga hasil yang diperoleh menjadi lebih optimal.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa *power* otot lengan merupakan hasil dari interaksi berbagai faktor, baik yang bersifat fisik maupun non-fisik, seperti program latihan, frekuensi dan intensitas latihan, koordinasi gerak, teknik, kondisi fisik, serta faktor psikologis. Seluruh faktor tersebut saling berhubungan dan berkontribusi dalam menentukan tingkat daya ledak otot lengan, sehingga perlu diperhatikan secara menyeluruh dalam penyusunan program latihan untuk meningkatkan kemampuan smash dalam permainan bola voli.

2.1.3.4 *Power* Otot Lengan Dalam *Smash* Bola Voli

Dalam permainan bola voli, *power* otot lengan memegang peranan penting dalam keberhasilan pelaksanaan teknik *smash*. *Power* otot lengan merupakan kemampuan otot lengan untuk menghasilkan kekuatan dan kecepatan secara bersamaan dalam satu gerakan pukulan. Artinya, semakin besar daya ledak (*power*)

otot lengan, maka semakin kuat, cepat, dan tajam pukulan *smash* yang dihasilkan Suharno, (2021, p. 74).

smash ideal dalam bola voli adalah pukulan yang keras, cepat, serta memiliki arah yang terarah ke bidang permainan lawan sehingga menyulitkan lawan untuk melakukan pengembalian bola. Untuk menghasilkan pukulan *smash* yang ideal tersebut, diperlukan kontribusi koordinasi tubuh, ayunan lengan yang cepat, serta kemampuan otot bahu, lengan, dan pergelangan tangan untuk berkontraksi secara eksplosif Lubis et al. (2024, p. 2). Dengan demikian, *power* otot lengan menjadi faktor penentu kualitas arah, kecepatan, serta kekuatan pukulan *smash*.

Menurut Prasetya (2023, p. 61), *power* otot lengan dapat ditingkatkan melalui latihan yang bersifat eksplosif, yaitu latihan yang merangsang otot untuk menghasilkan kontraksi cepat dan kuat dalam gerakan yang singkat. Salah satu bentuk latihan yang terbukti efektif untuk meningkatkan *power* otot lengan adalah latihan *plyometric*, terutama yang menggunakan *medicine ball* dan gerakan tolakan eksplosif tubuh bagian atas.

Hal tersebut sejalan dengan pendapat Chu Suprianti & Paripurna, (2017, p. 68) yang menyatakan bahwa latihan *plyometric* tidak hanya efektif untuk meningkatkan *power* otot tungkai, tetapi juga sangat relevan dalam meningkatkan *power* otot lengan melalui rangkaian gerakan *throwing eksplosif*. Latihan ini secara langsung melatih pola gerak yang mirip dengan ayunan lengan pada *smash* sehingga adaptasi kekuatan dan kecepatan terjadi secara spesifik (*sport specific training*).

2.1.3.5 Hubungan *Power* Otot Lengan Dengan *Smash* Bola Voli

Smash merupakan salah satu teknik serangan utama dalam permainan bola voli yang bertujuan untuk memukul bola secara keras dan tajam ke daerah lapangan lawan sehingga sulit dikembalikan oleh pemain bertahan. Keberhasilan melakukan *smash* tidak hanya dipengaruhi oleh penguasaan teknik yang baik, tetapi juga dipengaruhi oleh kondisi fisik yang mendukung, salah satunya adalah kemampuan daya ledak otot. Dalam pelaksanaan *smash*, pemain harus mampu melakukan ayunan lengan secara cepat dan kuat pada saat melakukan kontak dengan bola

sehingga menghasilkan pukulan yang keras dan terarah (Widiastuti, 2019, p. 77).

Salah satu komponen kondisi fisik yang sangat berperan dalam gerakan *smash* adalah *power* otot lengan. *Power* otot lengan merupakan kemampuan otot untuk menghasilkan kekuatan maksimal dalam waktu yang sangat singkat sehingga menghasilkan gerakan yang bersifat eksplosif (Sukadiyanto & Muluk, 2019, p. 88). Dalam gerakan *smash* bola voli, *power* otot lengan berfungsi untuk menghasilkan ayunan lengan yang cepat dan kuat pada saat memukul bola. Semakin besar *power* otot lengan yang dimiliki pemain, maka semakin besar pula gaya yang dihasilkan ketika tangan melakukan kontak dengan bola, sehingga menghasilkan pukulan *smash* yang lebih keras dan cepat menuju lapangan lawan.

Menurut Syafruddin (2020, p. 134), kekuatan dan daya ledak otot lengan sangat menentukan keberhasilan pukulan dalam berbagai teknik serangan pada permainan bola voli, termasuk *smash*. Hal ini karena gerakan *smash* melibatkan kontraksi otot secara cepat pada otot bahu, lengan atas, dan lengan bawah yang bekerja secara koordinatif untuk menghasilkan ayunan lengan yang maksimal. Oleh karena itu, pemain yang memiliki *power* otot lengan yang baik cenderung mampu menghasilkan pukulan *smash* yang lebih efektif dibandingkan dengan pemain yang memiliki *power* otot lengan yang rendah.

Selain itu, Heldayana (2016, p. 46) menjelaskan bahwa kemampuan menghasilkan pukulan yang keras dalam teknik *smash* sangat dipengaruhi oleh kekuatan dan kecepatan ayunan lengan. Kedua komponen tersebut merupakan unsur utama dalam *power* otot lengan yang memungkinkan pemain memukul bola dengan kecepatan tinggi. Dengan demikian, peningkatan *power* otot lengan akan memberikan kontribusi terhadap peningkatan kualitas pukulan *smash* yang dihasilkan oleh pemain bola voli.

Dalam pelaksanaan *smash* memang terdapat dukungan dari komponen kondisi fisik lainnya seperti daya ledak otot tungkai yang berperan dalam menghasilkan lompatan yang tinggi sehingga pemain dapat memukul bola pada titik tertinggi. Namun demikian, *power* otot lengan tetap menjadi komponen utama yang secara langsung menentukan kekuatan pukulan bola pada saat kontak dengan tangan. Tanpa adanya *power* otot lengan yang baik, pemain akan kesulitan

menghasilkan pukulan *smash* yang keras dan tajam.

Berdasarkan uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa *power* otot lengan memiliki hubungan yang sangat erat dengan kemampuan *smash* dalam permainan bola voli. Semakin baik *power* otot lengan yang dimiliki pemain, maka semakin besar pula kemampuan pemain dalam menghasilkan ayunan lengan yang cepat dan kuat sehingga menghasilkan pukulan *smash* yang lebih keras, cepat, dan sulit dikembalikan oleh lawan.

2.1.4 Latihan Plyometric

2.1.4.1 Pengertian Latihan Plyometric

Latihan *plyometric* merupakan metode latihan yang bertujuan untuk menghasilkan kekuatan maksimal dalam waktu yang sangat singkat. Latihan ini bekerja melalui mekanisme *stretch-shortening cycle* (SSC), yaitu suatu rangkaian aktivitas otot yang diawali dengan fase *eccentric* (regangan otot secara cepat), diikuti fase *amortization* (transisi yang sangat singkat), dan kemudian fase *concentric* (kontraksi eksplosif). Proses ini memungkinkan otot memanfaatkan energi elastis yang tersimpan untuk menciptakan kontraksi yang lebih kuat dan cepat. Mekanisme ini sering disebut sebagai refleks regangan atau refleks miotatik, karena otot diberi regangan awal yang cepat kemudian segera melakukan kontraksi kuat Sudirman, (2015, p. 42).

Latihan *plyometric* terdiri dari rangkaian gerakan eksplosif yang dirancang untuk meningkatkan kemampuan otot agar mampu menghasilkan tenaga besar dalam tempo singkat. Gerakan-gerakan tersebut membuat sistem neuromuskular beradaptasi sehingga menghasilkan peningkatan kemampuan daya ledak (*power*). Apabila dilakukan secara teratur dan mengalami peningkatan intensitas yang terukur, latihan ini dapat memberikan pengaruh positif terhadap performa fisik, terutama dalam kemampuan melompat, mendorong, memukul, dan menolak. Pengaruh ini tampak jelas pada atlet yang memerlukan kecepatan dan kekuatan dalam waktu bersamaan Gusnelia et al. (2022, p. 57).

Menurut Donald A. Chu, latihan *plyometric* bertujuan agar otot mampu menghasilkan kekuatan puncak dalam durasi waktu yang sangat singkat. Ia juga menegaskan bahwa peningkatan daya ledak sangat penting dalam menunjang

performa atlet pada berbagai cabang olahraga yang membutuhkan gerakan eksplosif, seperti bola voli, bola basket, atletik, dan sepak bola. Salah satu cara paling efektif untuk meningkatkan daya ledak adalah melalui latihan *plyometric*, karena latihan ini secara langsung melatih respons otot terhadap kontraksi cepat yang dibutuhkan dalam situasi kompetitif Suprianti & Paripurna, (2017, p. 68).

Secara umum, latihan *plyometric* menekankan pada gerakan cepat dan eksplosif yang dapat dilakukan dengan memanfaatkan beban tubuh maupun alat seperti box, gawang, cone, anak tangga, dan *medicine ball*. Variasi latihan dapat disesuaikan dengan tingkat kemampuan atlet, baik pemula maupun tingkat lanjut. Penyesuaian ini dilakukan agar stimulus latihan tetap efektif, progresif, dan aman sehingga tidak menimbulkan cedera. Oleh karena itu, latihan *plyometric* harus dilakukan dengan memperhatikan teknik, frekuensi, intensitas, serta waktu pemulihan yang memadai Sudirman, (2015, p. 44).

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa latihan *plyometric* merupakan metode latihan yang mengombinasikan unsur kekuatan (*strength*) dan kecepatan (*speed*) melalui mekanisme regangan otot cepat yang diikuti kontraksi eksplosif. Latihan ini berfokus pada gerakan dinamis, eksplosif, dan intensitas tinggi yang dilakukan dalam waktu singkat untuk membantu otot menghasilkan tenaga maksimal secara efisien. Melalui latihan *plyometric*, peningkatan daya ledak (*power*) otot dapat dicapai secara lebih optimal, sehingga metode ini banyak digunakan dalam cabang olahraga yang menuntut gerakan cepat, kuat, dan tepat seperti bola voli, khususnya untuk kemampuan *smash*.

2.1.4.2 Hubungan Latihan *Plyometric* dengan *Smash* Bola Voli

Latihan *plyometric* memiliki karakteristik gerakan yang bersifat eksplosif sehingga sangat sesuai digunakan untuk meningkatkan daya ledak otot. Latihan ini memanfaatkan mekanisme *stretch-shortening cycle*, yaitu proses peregangan otot yang diikuti oleh kontraksi secara cepat sehingga mampu menghasilkan gaya yang lebih besar dalam waktu yang singkat. Menurut Chu (2017, p. 68), latihan *plyometric* mampu meningkatkan kemampuan neuromuskular dalam menghasilkan kontraksi otot yang cepat dan kuat sehingga dapat meningkatkan *power* otot yang dibutuhkan dalam berbagai aktivitas olahraga.

Peningkatan kemampuan neuromuskular tersebut terjadi karena latihan *plyometric* merangsang kerja otot dan sistem saraf untuk berkontraksi secara lebih cepat dan efisien. Dengan latihan yang dilakukan secara teratur dan sistematis, otot akan mampu menghasilkan gaya yang lebih besar dalam waktu yang lebih singkat. Hal ini sejalan dengan pendapat Bompas dan Buzzichelli (2019, p. 231) yang menyatakan bahwa latihan *plyometric* merupakan salah satu metode latihan yang efektif untuk meningkatkan kemampuan otot dalam menghasilkan gerakan eksplosif yang melibatkan kombinasi antara kekuatan dan kecepatan.

Dalam permainan bola voli, karakteristik gerakan eksplosif tersebut sangat dibutuhkan terutama pada saat melakukan smash. Gerakan *smash* melibatkan koordinasi berbagai bagian tubuh yang dimulai dari awalan, tolakan, ayunan lengan, hingga pukulan terhadap bola. Pada fase memukul bola, pemain harus mampu melakukan ayunan lengan dengan kecepatan dan kekuatan yang tinggi agar bola dapat dipukul dengan keras menuju lapangan lawan. Menurut Sukadiyanto dan Muluk (2019, p. 90), kemampuan menghasilkan *power* yang tinggi sangat penting dalam gerakan pukulan pada olahraga permainan, karena menentukan kecepatan dan kekuatan bola yang dihasilkan.

Latihan *plyometric* yang berfokus pada otot-otot bagian atas tubuh, seperti *medicine ball chest pass*, *overhead medicine ball throw*, dan *plyometric push-up*, dapat membantu meningkatkan *power* otot lengan yang berperan dalam menghasilkan ayunan lengan yang cepat dan kuat. Dengan meningkatnya *power* otot lengan, pemain akan mampu menghasilkan pukulan smash yang lebih keras, cepat, dan sulit diterima oleh lawan.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa latihan *plyometric* memiliki hubungan yang erat dengan peningkatan kemampuan *smash* dalam permainan bola voli. Melalui latihan *plyometric* yang terprogram dengan baik, kemampuan otot dalam menghasilkan gaya secara cepat dan eksplosif dapat meningkat sehingga mendukung peningkatan kekuatan pukulan smash pemain bola voli.

2.1.4.3 Bentuk – Bentuk Latihan *Plyometric* untuk *Power* Otot Lengan Dalam *Smash Bola Voli*

Latihan *plyometric* tidak hanya diterapkan pada otot tungkai, tetapi juga

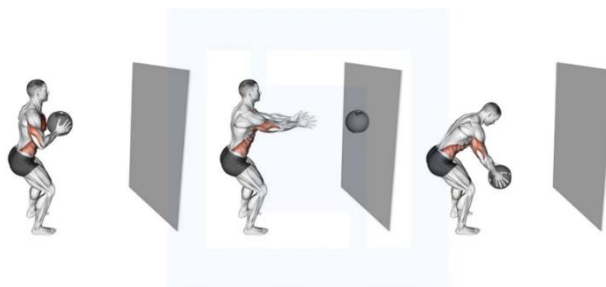
dapat diarahkan untuk mengembangkan daya ledak (*power*) otot lengan dan bahu, yang sangat berperan dalam menghasilkan pukulan *smash* yang cepat, kuat, dan sulit dikembalikan oleh lawan. *smash* yang baik memerlukan fase ayunan lengan yang eksplosif, dimana kekuatan kontraksi otot harus terjadi dalam waktu yang sangat singkat. Menurut Lubis et al. (2024, p. 1), keberhasilan *smash* ditentukan oleh seberapa cepat dan kuat lengan mampu mengayun bola ke arah lapangan lawan. Oleh karena itu, latihan yang bersifat eksplosif seperti *plyometric* sangat sesuai untuk meningkatkan kemampuan tersebut.

1. *Medicine Ball Chest Pass*

Latihan ini dirancang untuk meningkatkan kekuatan ledak otot dada (*pectoralis major*), bahu (*deltoid*), dan *triceps*, yaitu otot-otot utama yang terlibat ketika pemain melakukan pukulan *smash*.

Cara Melakukan:

1. Berdiri dengan kaki terbuka selebar bahu.
2. Pegang *medicine ball* di depan dada menggunakan kedua tangan.
3. Dorong bola ke depan secepat dan sekuat mungkin.
4. Lakukan 3–4 set, masing-masing 8–12 repetisi.



Gambar 2.2 *Medicine Ball Chest Pass*

Sumber: <https://3A%2F%2Fliftmanual.com%2Fmedicine-ball-chest-pass-against-wall%2F&sig>

2. *Overhead Medicine Ball Throw*

Latihan ini menargetkan otot bahu, punggung atas, dan lengan, serta membantu melatih gerakan ayunan dari atas kepala yang sangat mirip dengan gerakan *smash*

Cara Melakukan:

1. Berdiri tegap dengan bola dipegang di atas kepala.
2. Lempar bola ke depan atau ke lantai dengan gerakan eksplosif.
3. Lakukan 3 set \times 8–12 repetisi



Gambar 2.3 *Overhead Medicine Ball Throw*

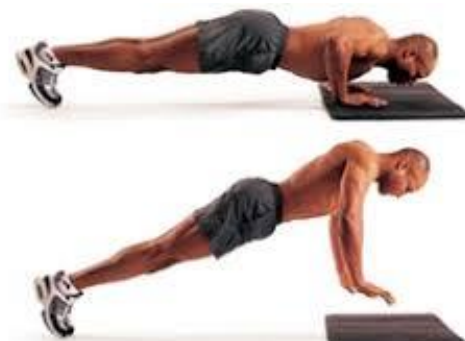
Sumber: <https://www.%20Medicine%20Ball%20Throw&imgurl=https%3A%2F%2Ffliftmanual.com>

3. *Plyometric Push-Up*

Latihan ini mengembangkan kecepatan kontraksi otot lengan dan dada dengan cara mendorong tubuh secara eksplosif.

Cara Melakukan:

1. Posisi awal *push-up* biasa.
2. Turunkan badan perlahan.
3. Dorong badan ke atas dengan cepat hingga tangan terangkat sedikit dari lantai.
4. Ulangi 3 set \times 6- 10 repetisi.



Gambar 2.4 *Plyometric Push-Up*

Sumber: <https://www.Plyometric%20PushUp&imgurl=https%3A%2F%2F>

2.1.4.4 Analisis Biomekanika pada Bentuk–Bentuk Latihan *Plyometric*

Menurut Bompaa dan Buzzichelli (2019, p. 231), latihan *plyometric* merupakan metode latihan yang bertujuan meningkatkan kemampuan otot menghasilkan gaya secara cepat dan eksplosif melalui mekanisme *stretch-shortening cycle*. Latihan ini banyak digunakan dalam olahraga yang membutuhkan gerakan eksplosif, seperti bola voli, khususnya pada gerakan smash yang membutuhkan kekuatan dan kecepatan ayunan lengan.

Dalam kajian biomekanika olahraga, setiap bentuk latihan dapat dianalisis melalui beberapa prinsip mekanika tubuh, yaitu titik tumpu badan, kesetimbangan, hukum kesetimbangan, dan hukum Newton. Analisis tersebut bertujuan untuk memahami bagaimana gaya, gerakan, dan posisi tubuh bekerja secara efisien dalam menghasilkan *power* otot (Knudson, 2017, p. 45).

1. *Medicine Ball Chest Pass*

Latihan *medicine ball chest pass* merupakan bentuk latihan *plyometric* yang bertujuan meningkatkan *power* otot dada (*pectoralis major*), bahu (*deltoid*), dan otot lengan (*triceps brachii*). Otot-otot tersebut berperan penting dalam menghasilkan dorongan kuat pada saat melakukan pukulan smash dalam permainan bola voli (Bompaa & Buzzichelli, 2019, p. 245). Latihan ini dilakukan dengan memegang bola obat di depan dada kemudian mendorongnya secara eksplosif ke arah depan menggunakan kedua tangan.

Analisis Biomekanika

1. TTB (Titik Tumpu Badan)

Pada latihan *medicine ball chest pass*, titik tumpu badan berada pada kedua telapak kaki yang menapak di lantai. Kaki berfungsi sebagai penopang utama tubuh sehingga memungkinkan atlet menghasilkan dorongan maksimal dari otot dada dan lengan ketika melempar bola.

Menurut Knudson (2017, p. 62), stabilitas tubuh dalam aktivitas olahraga sangat dipengaruhi oleh luas bidang tumpu dan posisi pusat massa tubuh. Semakin stabil posisi kaki sebagai titik tumpu, maka semakin efektif gaya yang dihasilkan oleh otot dapat disalurkan ke gerakan lemparan bola.

2. Keseimbangan

Keseimbangan pada latihan ini termasuk keseimbangan dinamis, karena tubuh melakukan gerakan dorongan ke depan. Atlet harus mampu menjaga posisi pusat massa tubuh tetap berada di antara kedua kaki agar dorongan bola tetap stabil dan terarah. Menurut Hall (2018, p. 78), keseimbangan dinamis terjadi ketika tubuh mampu mempertahankan stabilitas saat melakukan gerakan, terutama ketika terjadi perubahan posisi tubuh secara cepat.

3. Hukum Keseimbangan

Hukum keseimbangan menyatakan bahwa suatu benda berada dalam keadaan seimbang apabila resultan gaya dan resultan momen sama dengan nol. Pada saat melakukan dorongan bola, tubuh harus menjaga distribusi gaya tetap seimbang antara kaki kiri dan kaki kanan. Menurut McGinnis (2020, p. 103), distribusi gaya yang tidak merata pada bidang tumpu dapat menyebabkan ketidakseimbangan tubuh yang akhirnya mempengaruhi arah dan efisiensi gerakan.

4. Hukum Newton

Gerakan dalam latihan ini berkaitan erat dengan hukum gerak Newton.

a. Hukum Newton I (Inersia)

Suatu benda akan tetap berada dalam keadaan diam atau bergerak lurus beraturan sampai ada gaya yang mempengaruhinya. Dalam latihan ini, bola akan tetap diam sampai diberikan gaya oleh otot lengan dan dada yang mendorong bola ke depan (Hall, 2018, p. 92).

b. Hukum Newton II ($F = m \times a$)

Hukum ini menyatakan bahwa percepatan suatu benda sebanding dengan gaya yang diberikan. Semakin besar gaya dorongan yang dihasilkan oleh otot lengan dan dada, maka semakin besar percepatan bola yang dihasilkan (Knudson, 2017, p. 85).

2. *Overhead Medicine Ball Throw*

Latihan *overhead medicine ball throw* merupakan latihan *plyometric* yang bertujuan meningkatkan *power* otot bahu, punggung atas, dan lengan. Otot-otot tersebut berperan penting dalam gerakan ayunan tangan saat melakukan smash bola voli (Bompa & Buzzichelli, 2019, p. 248).

Latihan ini dilakukan dengan cara mengangkat bola di atas kepala kemudian melemparkannya secara eksplosif ke arah depan atau ke bawah.

Analisis Biomekanika

1. TTB (Titik Tumpu Badan)

Pada latihan ini titik tumpu badan berada pada kedua telapak kaki yang menopang tubuh saat melakukan lemparan dari atas kepala. Posisi kaki biasanya sedikit dibuka untuk memperluas bidang tumpu sehingga meningkatkan stabilitas tubuh. Menurut Knudson (2017, p. 64), semakin luas bidang tumpu maka stabilitas tubuh akan semakin baik sehingga memungkinkan atlet menghasilkan gaya gerakan yang lebih besar.

2. Keseimbangan

Keseimbangan yang terjadi pada latihan ini merupakan keseimbangan dinamis, karena tubuh melakukan gerakan eksplosif dari posisi statis menuju lemparan bola. Menurut Hall (2018, p. 81), keseimbangan dinamis dipengaruhi oleh koordinasi otot inti (core), kaki, dan lengan yang bekerja secara bersamaan dalam mempertahankan stabilitas tubuh saat melakukan gerakan.

3. Hukum Keseimbangan

Distribusi gaya antara kaki, tubuh, dan lengan harus tetap stabil agar arah lemparan bola tetap terkendali. Jika pusat massa tubuh terlalu condong ke depan atau ke belakang, maka keseimbangan tubuh dapat terganggu. Menurut McGinnis (2020, p. 110), pengendalian pusat massa tubuh sangat penting dalam gerakan eksplosif karena menentukan arah dan efisiensi gaya yang dihasilkan.

4. Hukum Newton

a. Hukum Newton II ($F = m \times a$)

Semakin besar gaya yang dihasilkan oleh otot bahu dan lengan saat melempar bola, maka semakin besar percepatan bola yang dihasilkan (Knudson, 2017, p. 87).

b. Hukum Newton III (Aksi-Reaksi)

Setiap aksi akan menimbulkan reaksi yang sama besar tetapi berlawanan arah. Ketika tangan memberikan gaya pada bola saat lemparan, bola akan

memberikan gaya reaksi yang sama besar tetapi berlawanan arah terhadap tangan (Hall, 2018, p. 95).

3. *Plyometric Push-Up*

Menurut Bompa dan Buzzichelli (2019, p. 252), *plyometric push-up* merupakan latihan yang bertujuan meningkatkan kekuatan eksplosif otot lengan dan dada melalui kontraksi otot yang cepat. Latihan ini efektif untuk meningkatkan *power* otot lengan yang diperlukan dalam menghasilkan pukulan smash yang kuat. Latihan ini dilakukan dengan melakukan gerakan *push-up* secara eksplosif hingga kedua tangan terangkat dari lantai.

Analisis Biomekanika

1. TTB (Titik Tumpu Badan)

Pada latihan *plyometric push-up*, titik tumpu badan berada pada telapak tangan dan ujung kaki yang menyentuh lantai. Kedua bagian tubuh tersebut berfungsi sebagai penopang utama tubuh selama gerakan berlangsung. Menurut Knudson (2017, p. 66), posisi titik tumpu yang stabil sangat penting untuk memastikan transfer gaya dari otot ke gerakan dapat berlangsung secara efektif.

2. Keseimbangan

Keseimbangan tubuh harus dijaga agar posisi badan tetap lurus dari kepala hingga kaki. Hal ini penting untuk menjaga stabilitas tubuh selama gerakan eksplosif. Menurut Hall (2018, p. 84), stabilitas tubuh sangat dipengaruhi oleh kemampuan otot inti (*core stability*) dalam menjaga posisi tubuh selama aktivitas fisik yang dinamis.

3. Hukum Keseimbangan

Tubuh harus menjaga distribusi berat badan antara tangan dan kaki agar tidak terjadi ketidakseimbangan yang dapat mengganggu gerakan dorongan.

Menurut McGinnis (2020, p. 115), keseimbangan tubuh dipengaruhi oleh posisi pusat massa terhadap bidang tumpu. Jika pusat massa keluar dari bidang tumpu, maka tubuh akan kehilangan stabilitas.

4. Hukum Newton

a. Hukum Newton II ($F = m \times a$)

Semakin besar gaya dorongan yang dihasilkan oleh otot lengan dan dada, maka semakin besar percepatan tubuh ke atas sehingga tangan dapat terangkat dari lantai (Knudson, 2017, p. 88).

b. Hukum Newton III (Aksi–Reaksi)

Ketika tangan mendorong lantai ke bawah, lantai memberikan gaya reaksi yang sama besar tetapi berlawanan arah yang menyebabkan tubuh terdorong ke atas (Hall, 2018, p. 96).

2.1.5 Permainan Bola Voli

2.1.5.1 Pengertian Permainan Bola Voli

Olahraga bola voli pertama kali diperkenalkan pada tahun 1895 di YMCA, Holyoke, Massachusetts, dan sejak saat itu berkembang menjadi salah satu cabang olahraga terpopuler di dunia Reyanud, (2015, p. 287). Permainan ini dicirikan dengan gerakan yang cepat, eksplosif, melibatkan loncatan, blok, serta posisi yang lincah. Bola voli dimainkan oleh dua tim dalam satu lapangan berukuran 18 x 9 meter. Setiap tim terdiri dari 10 pemain, yaitu 6 pemain inti dan 4 pemain cadangan. Apabila jumlah pemain di lapangan kurang dari 6 orang, maka tim tersebut dianggap kalah.

Menurut Nasuka, (2019, p. 1) menyatakan bola voli merupakan suatu permainan yang dilaksanakan oleh dua regu yang saling berhadapan dengan dipisahkan oleh sebuah net. Permainan ini menggunakan bola dengan ukuran tertentu, di mana setiap regu berupaya mengembalikan dan mengarahkan bola ke area lawan melalui teknik yang sesuai dengan peraturan permainan. Poin diperoleh apabila tim lawan gagal mengembalikan atau mengoperkan bola melewati net. Sedangkan menurut Destriana et al. (2021, p. 115) menyatakan bahwa permainan bola voli merupakan olahraga beregu yang dimainkan oleh dua tim, masing-masing terdiri atas enam orang pemain. Tujuan utama dalam permainan ini adalah berupaya menjatuhkan bola di area permainan lawan untuk memperoleh poin. Bola voli juga termasuk salah satu cabang olahraga yang populer dan digemari oleh masyarakat di Indonesia. Dearing, (2019, p. 34) menambahkan bahwa tinggi net dalam bola voli putri adalah 2,24 meter, sedangkan untuk putra 2,43 meter. Net harus terpasang erat agar bola dapat dipantulkan dengan baik. Melalui permainan

bola voli, aspek kognitif, emosional, disiplin, kerja sama, hingga tanggung jawab individu dapat berkembang.

Lebih lanjut, performa atlet bola voli dipengaruhi oleh aspek fisik, teknis, taktis, dan mental. Sama halnya dengan keterampilan fisik, kesiapan mental juga berperan penting dalam meningkatkan performa. Rasa percaya diri yang tinggi dapat berkontribusi pada peningkatan kualitas penampilan atlet Vuorinen, (2018, p. 58). Bola voli juga menjadi olahraga yang mudah dimainkan, menyenangkan, serta dapat dilakukan di halaman atau lapangan terbuka. Untuk mendukung perkembangannya, diperlukan dukungan dari berbagai pihak, terutama pada anak usia sekolah yang biasanya mempelajari bola voli dalam bentuk “*mini volleyball*” di lingkungan pendidikan Rithaudin & Hartati, (2016, p. 52).

Permainan bola voli menuntut penguasaan berbagai keterampilan serta kemampuan motorik, seperti kemampuan melompat, mengayun, dan melakukan gerakan lain yang melibatkan kekuatan, kelincahan, *fleksibilitas*, serta kecepatan reaksi Lehnert et al. (2017, p. 206). Berdasarkan pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa bola voli merupakan permainan beregu yang dimainkan oleh dua tim, masing-masing beranggotakan enam orang. Permainan diawali dengan *service*, yaitu memukul bola untuk melewati net dengan tujuan memperoleh poin. Setiap tim memiliki kesempatan maksimal tiga kali sentuhan untuk mengembalikan bola ke area lawan. Pertandingan dilaksanakan di lapangan berbentuk persegi panjang berukuran 18 x 9 meter, dengan net setinggi 2,24 meter untuk kategori putri dan 2,43 meter untuk kategori putra, yang membatasi kedua area permainan.

2.1.5.2 Teknik Dasar Permainan Bola Voli

Untuk dapat bermain bola voli dengan baik, diperlukan penguasaan teknik dasar. Menurut Cholis, (2021, p. 23) teknik merupakan prosedur yang dikembangkan melalui praktik dengan tujuan menyelesaikan suatu permasalahan gerak tertentu secara efektif dan efisien. Dalam permainan bola voli, dikenal dua pola utama, yaitu pola penyerangan dan pola pertahanan. Agar kedua pola tersebut dapat dilaksanakan secara optimal, pemain harus menguasai teknik dasar bola voli.

Teknik dasar bola voli meliputi beberapa keterampilan, antara lain: (1) *service* tangan bawah, (2) *service* tangan atas, (3) *passing* bawah, (4) *passing* atas, (5) umpan (*set-up*), (6) *smash*, dan (7) *blok* Ardiansyah et al. (2023, p. 2). Senada dengan hal tersebut, Beutelsthal (2015, p. 8) menyebutkan bahwa teknik dasar permainan bola voli terdiri dari *service*, *dig* (penerimaan bola rendah), *attack* (serangan), *volley* (mengumpan), *block*, dan *defence* (pertahanan). Dengan demikian, penguasaan teknik dasar menjadi faktor utama agar pemain mampu menunjukkan keterampilan bermain secara maksimal.

Bola voli sebagai olahraga kompetitif dapat dimainkan baik di lapangan terbuka (*outdoor*) maupun tertutup (*indoor*). Seiring perkembangannya, bola voli juga dimainkan di pantai, yang dikenal dengan istilah bola voli pantai Pamungkas, (2020, p. 27). Menurut Saputra, (2022, p. 16), teknik dasar yang harus dikuasai dalam permainan bola voli meliputi *service*, *passing* bawah, *passing* atas, *blok*, dan *smash*.

Service merupakan sentuhan pertama terhadap bola yang dilakukan oleh pemain. Pada awalnya, *service* hanya dipandang sebagai pukulan pembuka permainan, namun seiring perkembangan, *service* berubah menjadi teknik serangan awal untuk memperoleh poin. Oleh karena itu, pelatih berupaya melatih atlet agar mampu menguasai berbagai jenis *service*, seperti *service* tangan bawah (*underhand service*), *service* samping (*side hand service*), *service* atas kepala (*overhead service*), *service* mengambang (*floating service*), *service topspin*, *jumping floating service*, dan *service* lompat spin (*jumping topspin service*) Reynaud, (2015, p. 27). *Service* yang baik berpengaruh signifikan terhadap jalannya pertandingan karena dapat menjadi serangan pertama yang menentukan.

Reynaud, (2015, p. 81) bahwa *passing* dapat digunakan dalam berbagai situasi, baik untuk menerima bola *service* menahan serangan lawan, maupun mengatur umpan. Khususnya, *forearm passing* (*passing* bawah) sangat berperan dalam keberhasilan serangan, karena penerimaan bola pertama dari *service* atau serangan lawan menjadi titik awal terbentuknya serangan yang efektif.

Umpan merupakan salah satu teknik dalam bola voli yang bertujuan untuk memberikan bola kepada rekan satu tim sehingga dapat dilanjutkan dengan

serangan melalui *smash* Irwanto & Nuriawan, (2021, p. 6). Dalam permainan bola voli modern, peran umpan identik dengan tugas seorang tosser. Seorang tosser memiliki keunggulan dalam melakukan passing atas dengan akurasi tinggi, sehingga mempermudah rekan setim dalam melakukan serangan.

Smash merupakan teknik serangan yang dilakukan melalui pukulan keras dan terarah untuk memperoleh poin. Menurut Reynaud, (2015, p. 44) menyebutkan bahwa *smash* merupakan salah satu bentuk serangan utama dalam permainan bola voli, sekaligus teknik yang paling populer. Sebagian besar pemain voli berlatih intensif untuk menguasai *smash*, karena keterampilan ini berperan penting dalam menyumbangkan poin bagi tim. Secara umum, *smash* dapat dipahami sebagai teknik memukul bola dengan keras, cepat, dan akurat dengan tujuan mencetak angka.

Selain *smash*, *blocking* atau bendungan juga menjadi salah satu teknik penting. *Blocking* adalah usaha untuk membendung serangan lawan pada lini pertahanan pertama dengan cara melompat dan menempatkan tangan di atas atau melewati net Reynaud, (2015, p. 69). Meskipun demikian, teknik *block* tergolong sulit dan tingkat keberhasilannya relatif rendah, karena arah bola hasil *smash* dikendalikan oleh lawan yang selalu berusaha menghindari *block*. Oleh sebab itu, teknik ini memerlukan keterampilan individu dengan koordinasi, *timing*, serta kemampuan membaca arah bola yang baik.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa teknik dasar bola voli merupakan rangkaian gerakan yang dilaksanakan secara efektif dan efisien untuk mencapai hasil permainan yang optimal. Penguasaan teknik dasar menjadi aspek fundamental dalam permainan bola voli, karena keterampilan tersebut sangat menentukan kualitas penampilan dan bahkan dapat memengaruhi hasil akhir pertandingan, baik kemenangan maupun kekalahan sebuah tim.

2.1.5.3 Teknik *Smash* Bola Voli

Teknik dasar yang paling dominan digunakan untuk memperoleh poin dalam permainan bola voli adalah *smash*. Millán-Sánchez et al. (2017, p. 252) menegaskan bahwa *smash* merupakan teknik yang paling efektif dalam mencetak angka. Hal ini diperkuat oleh Marcelino et al. (2020, p. 234) yang menyatakan

bahwa dalam permainan bola voli, serangan merupakan faktor penentu jalannya pertandingan sekaligus kunci keberhasilan tim. Salah satu bentuk serangan yang paling dominan dan berkontribusi besar terhadap perolehan poin adalah *smash*. Efektivitas serangan dalam bola voli dipengaruhi oleh tiga variabel utama, yakni *attack tempo*, *attack type*, dan *number of blocker*. Keterampilan menyerang dapat dikelompokkan ke dalam tiga aspek, yaitu *serve*, *attack*, dan *passing*, sedangkan keterampilan bertahan mencakup *block*, *return*, dan *defense* Zirhlioglu, (2016, p. 22).

Menurut Winarno et al. (2015, p. 115), *smash* berfungsi sebagai teknik serangan langsung terhadap lawan. Meskipun pada perkembangan permainan bola voli modern serangan juga dapat dilakukan melalui *service*, namun *smash* tetap menjadi bentuk serangan yang paling dominan dengan ciri khas pukulan tajam, cepat, dan menukik. Untuk menghasilkan *smash* yang efektif, pemain harus memperhatikan beberapa faktor penting, yaitu komponen kondisi fisik yang menunjang keterampilan melakukan *spike* adalah *power* otot lengan dan tungkai. Dalam pelaksanaan *smash*, pemain dituntut untuk melakukan lompatan dalam aktivitas memukul, memblok, maupun *service*. Hal ini menunjukkan bahwa seorang pemain bola voli membutuhkan daya ledak otot ekstremitas yang besar guna menghasilkan lompatan serta pukulan dengan kecepatan tinggi. *Smash* atau *spike* merupakan keterampilan khusus dalam bola voli yang menuntut koordinasi gerak kompleks, meliputi tahapan lari, tolakan, gerakan di udara, serta pendaratan. Kompleksitas analisis *spike* yang berkembang dalam dekade terakhir memberikan implikasi praktis bagi pelatih maupun atlet Marquez et al. (2015, p.84).

Smash merupakan gerakan kompleks yang terdiri atas beberapa tahapan, yaitu langkah awalan, tolakan untuk melompat, pukulan saat berada di udara, serta pendaratan. Untuk dapat melakukan *smash* dengan baik, dibutuhkan raihan lompatan yang tinggi serta kekuatan pukulan. Menurut Reynaud (2015, p. 12) menjelaskan bahwa hasil dari *smash* dapat dikategorikan menjadi tiga, yakni *kill*, *attack attempt*, dan *error*. Hambali & Sobarna, (2019, p. 26), *smash* merupakan teknik yang sulit dan kompleks, sehingga harus dilatihkan sejak dini agar kesalahan gerakan dapat diminimalisir. Proses melakukan *smash* dibagi dalam empat tahapan,

yaitu awalan, tolakan, pukulan, dan pendaratan. Perbedaan pelaksanaan terletak pada titik perkenaan bola serta ketinggian bola, di mana seorang *spiker* biasanya sudah bergerak terlebih dahulu sebelum bola disiapkan oleh *set-upper*. Bola yang diberikan *set-upper* umumnya berada tidak lebih dari dua meter di atas net Winarno et al. (2015, p. 119). Dengan demikian, terdapat empat tahapan pokok dalam *smash*, yaitu awalan, tolakan, perkenaan bola, dan pendaratan Winarno et al. (2015, p. 121).

Smash menjadi teknik serangan yang paling dominan dalam menghasilkan poin. Berdasarkan variasi umpan, *smash* dapat diklasifikasikan menjadi lima jenis, yaitu: *open smash*, *semi smash*, *quick smash*, *back attack smash*, dan *smash* langsung Hanief et al. (2020, p. 484). Agar mampu menghasilkan pukulan yang mematikan, pemain harus melakukan kontak bola pada titik tertinggi untuk menghindari *block* lawan Mapato, et al. (2018, p. 275). Pemain yang memiliki nilai lompat vertikal lebih tinggi umumnya menunjukkan performa yang lebih baik Agopyan et al. (2018, p. 65). Dengan demikian, *smash* dipandang sebagai senjata utama dalam memenangkan reli dan memperoleh poin, asalkan dilakukan dengan teknik yang benar, kuat, tajam, dan terarah Vai et al. (2018, p. 3).

Kemampuan melakukan *smash* tidak hanya bergantung pada kekuatan pukulan, melainkan juga pada kemampuan membaca arah bola, menempatkan tubuh secara tepat, serta mengidentifikasi titik lemah maupun ruang kosong di area lawan. Oleh sebab itu, latihan intensif sangat diperlukan agar keterampilan ini dapat dieksekusi secara maksimal Islam et al. (2019, p. 135). Beutelstahl, (2015, p. 24) mengungkapkan bahwa *spike* atau *smash* merupakan keterampilan esensial dan cara paling mudah untuk memperoleh angka. Seorang *smasher* dituntut memiliki kelincahan, kemampuan melompat tinggi, serta kekuatan memukul bola sekeras mungkin. Hal ini sejalan dengan pendapat Supriyanto & Martiani, (2019, p. 75) yang menjelaskan bahwa *smash* adalah pukulan keras dari atas ke bawah yang diarahkan ke area permainan lawan, sehingga menjadi bentuk serangan yang paling umum digunakan untuk mencetak poin.

Bujang et al. (2019, p. 42) menambahkan bahwa *smash* merupakan salah satu seni dalam permainan bola voli, yang menjadi senjata utama dalam

menyerang. *Smash* dilakukan dengan pukulan penuh menggunakan tangan dari atas sehingga bola meluncur tajam dengan kecepatan tinggi. Teknik ini dianggap mematikan karena bola sulit dikembalikan oleh lawan. Secara umum, *smash* bertujuan untuk mengoptimalkan permainan melalui pukulan yang efektif, efisien, dan sesuai aturan permainan.

Lebih lanjut, keberhasilan *smash* tidak hanya ditentukan oleh kekuatan pukulan semata, tetapi juga kemampuan pemain dalam membaca arah bola, menempatkan posisi tubuh secara tepat, serta memanfaatkan kelemahan dan ruang kosong di area pertahanan lawan. Oleh karena itu, latihan yang berkesinambungan sangat diperlukan untuk meningkatkan keterampilan ini Islam et al. (2019, p. 135).

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa *smash* merupakan teknik serangan yang dilaksanakan secara *efektif* dan *efisien* sesuai dengan aturan permainan, dengan tujuan menghasilkan pukulan keras yang dapat mematikan permainan lawan sehingga memberikan poin bagi tim. Secara keseluruhan, pelaksanaan teknik *smash* dapat dilihat pada Gambar sebagai berikut:



Gambar 2.5 Teknik *Smash*
Sumber: FIVB, (2016)

2.1.5.4 Tahap – Tahap Teknik *Smash*

Beutelstahl (2015, p. 25) menjelaskan bahwa secara umum pelaksanaan *smash* dalam bola voli terdiri atas empat tahapan utama, yaitu sebagai berikut:

a. Fase run up atau tahap lari menghampiri

Tahap awalan atau lari sangat dipengaruhi oleh jenis dan arah jatuhnya bola. Seorang smasher biasanya mulai berlari dari jarak sekitar 2,5 hingga 4 meter dari titik jatuh bola. Dua langkah terakhir dalam awalan menjadi bagian yang paling

menentukan. Pada saat melakukan take off (tolakan untuk melompat), posisi kaki harus diperhatikan dengan cermat. Kaki yang digunakan untuk tolakan harus menapak terlebih dahulu di lantai, kemudian diikuti oleh kaki lainnya di sampingnya. Oleh karena itu, seorang smasher kadang perlu menyesuaikan langkah sebelumnya agar dapat melakukan dua langkah terakhir dengan benar. Arah awalan juga harus diatur sedemikian rupa sehingga pemain berada tepat di belakang bola saat melakukan take off.

b. Fase take off atau tahap melompat

Gerakan harus dilakukan secara lancar dan berkesinambungan tanpa adanya jeda. Pada saat melakukan take off, kedua lengan smasher yang semula terjulur diarahkan ke atas bersamaan dengan tubuh yang diluruskan. Kaki yang digunakan sebagai tolakan berperan utama dalam menghasilkan kekuatan lompatan. Lengan yang akan digunakan untuk memukul, bersama sisi tubuh pada bagian tersebut, sedikit diputar menjauhi bola. Posisi punggung sedikit membungkuk, sementara lengan pemukul ditebuk ringan. Lengan lainnya dipertahankan setinggi kepala untuk membantu menjaga keseimbangan tubuh secara keseluruhan.

c. Fase hit atau tahap memukul

Tubuh dalam posisi sedikit membungkuk sebagaimana dijelaskan sebelumnya. Pada saat yang bersamaan, otot perut, bahu, dan lengan berkontraksi dengan kuat secara berulang. Sinergi kontraksi otot-otot tersebut mengakibatkan lengan terulur, menyentuh bola, dan menghasilkan pukulan. Pergelangan tangan tidak boleh kaku, sedangkan jari-jari sedikit terbuka. Kontak dengan bola dilakukan pada bagian atas, kemudian lengan pemukul dilanjutkan dengan gerakan ke depan dan ke bawah sebagai bentuk follow through yang sempurna.

d. Fase landing atau tahap mendarat

Fase pendaratan (landing stage) terjadi setelah pelaksanaan smash atau dump. Pada tahap ini, tubuh bagian atas membungkuk ke depan, sementara kedua kaki diarahkan ke depan guna menjaga keseimbangan. Pendaratan dilakukan dengan kedua kaki secara bersamaan, disertai lutut yang ditebuk sesuai kebutuhan untuk meredam benturan.

Menurut Winarno et al. (2015, p. 124-128) menyatakan gerakan *smash* dijelaskan melalui beberapa tahap :

a. Awalan

1. TTB (Titik Tumpu Badan)

Pada fase awalan *smash*, titik tumpu badan berada pada telapak kaki yang kontak dengan lantai, terutama kaki terakhir sebelum tolakan. Kaki berfungsi sebagai dasar tumpuan yang menerima gaya reaksi dari lantai (*ground reaction force*). Posisi titik tumpu yang stabil memungkinkan tubuh mengarahkan gaya secara efektif ke depan dan ke atas untuk mempersiapkan lompatan.

Secara biomekanika, semakin luas dan tepat posisi titik tumpu, maka semakin besar kemampuan atlet menjaga stabilitas serta mentransfer energi dari gerak horizontal menuju gerak vertikal.

2. Keseimbangan

Keseimbangan pada fase awalan *smash* termasuk keseimbangan dinamis, karena tubuh bergerak maju dengan kecepatan meningkat. Atlet harus mampu menjaga pusat massa tubuh tetap berada di atas atau mendekati bidang tumpu kaki agar tidak kehilangan keseimbangan.

Ayunan lengan, sudut condong badan, dan langkah kaki yang ritmis berperan penting dalam mempertahankan keseimbangan dinamis sekaligus mempersiapkan energi elastis otot untuk fase tolakan.

3. Hukum Keseimbangan

Hukum keseimbangan menyatakan bahwa suatu benda berada dalam keadaan seimbang apabila resultan gaya dan resultan momen sama dengan nol. Pada fase awalan *smash*, tubuh atlet berada dalam kondisi mendekati seimbang, meskipun sedang bergerak.

Otot-otot tungkai, inti (*core*), dan tubuh bagian atas bekerja secara simultan untuk menjaga keseimbangan gaya. Jika distribusi gaya tidak merata (misalnya langkah terlalu lebar atau posisi badan terlalu condong), maka keseimbangan akan terganggu dan kualitas lompatan akan menurun.

4. Hukum Newton

Fase awalan *smash* berkaitan erat dengan Hukum Newton I dan II:

a. Hukum Newton I (Inersia)

Tubuh atlet akan mempertahankan keadaan diam atau geraknya sampai ada gaya otot yang bekerja. Pada awalan smash, kontraksi otot tungkai mengubah keadaan tubuh dari bergerak biasa menjadi gerak cepat yang terarah.

b. Hukum Newton II ($F=m \times a$)

Semakin besar gaya yang dihasilkan otot saat awalan, maka semakin besar percepatan tubuh menuju fase tolakan. Awalan yang cepat dan kuat menghasilkan percepatan optimal yang berkontribusi terhadap tinggi dan kekuatan lompatan.

b. Tolakan

1. TTB (Titik Tumpu Badan)

Pada fase tolakan, titik tumpu badan terletak pada telapak kaki, khususnya bagian ujung kaki (metatarsal) yang menekan lantai secara kuat. Kedua kaki berfungsi sebagai tumpuan utama untuk menghasilkan gaya dorong vertikal.

Semakin kuat dan cepat tekanan kaki terhadap lantai, maka semakin besar gaya reaksi lantai yang diterima tubuh, sehingga memungkinkan atlet mencapai lompatan yang lebih tinggi saat *smash*.

2. Kesetimbangan

Kesetimbangan pada fase tolakan masih termasuk kesetimbangan dinamis, karena tubuh sedang bergerak dari posisi awalan menuju fase melayang. Atlet harus menjaga posisi pusat massa tubuh tetap berada di atas bidang tumpu sebelum kaki meninggalkan lantai.

Koordinasi antara ekstensi sendi pergelangan kaki, lutut, dan panggul (gerak *triple extension*) serta ayunan lengan berperan penting dalam menjaga keseimbangan dan arah lompatan agar tetap vertikal dan stabil.

3. Hukum Kesetimbangan

Menurut hukum kesetimbangan, tubuh berada dalam kondisi seimbang apabila resultan gaya sama dengan nol. Pada fase tolakan, tubuh atlet berada dalam kondisi hampir tidak seimbang, karena adanya gaya besar yang bekerja ke atas.

Gaya otot tungkai yang lebih besar dibandingkan gaya berat tubuh menyebabkan tubuh terangkat ke atas. Ketidakseimbangan gaya inilah yang justru dibutuhkan untuk menghasilkan lompatan maksimal pada gerakan *smash*.

4. Hukum Newton

Fase tolakan sangat dipengaruhi oleh Hukum Newton II dan III:

a. Hukum Newton II ($F = m \times a$)

Gaya besar yang dihasilkan oleh otot-otot tungkai menghasilkan percepatan vertikal yang besar. Semakin besar gaya tolakan, maka semakin besar percepatan tubuh ke atas dan semakin tinggi lompatan yang dihasilkan.

b. Hukum Newton III ($F = m \times a$) (Aksi-Reaksi)

Ketika kaki menekan lantai ke bawah dan ke belakang, lantai memberikan gaya reaksi yang sama besar dan berlawanan arah, yaitu ke atas dan ke depan. Gaya reaksi ini menjadi penyebab utama tubuh atlet terangkat ke udara saat *smash*.

c. Memukul Bola

1. TTB (Titik Tumpu Badan)

Pada fase memukul bola, titik tumpu badan tidak lagi berada pada kaki, melainkan berpindah ke sendi bahu sebagai poros utama gerakan lengan. Selain itu, otot inti (core) berperan sebagai penopang agar rotasi tubuh dapat berlangsung secara efektif.

Lengan berfungsi sebagai tuas, dengan bahu sebagai titik tumpu, siku sebagai lengan kuasa, dan tangan sebagai titik beban yang melakukan kontak langsung dengan bola.

2. Keseimbangan

Keseimbangan pada fase memukul bola merupakan keseimbangan dinamis di udara, karena atlet berada pada fase melayang. Atlet harus mampu mengontrol posisi pusat massa tubuh agar tetap stabil meskipun terjadi rotasi bahu, ayunan lengan, dan perubahan arah gaya.

Ayunan lengan non-pemukul dan kontrol otot inti berperan penting dalam menjaga kestabilan tubuh saat melakukan pukulan *smash*.

3. Hukum Keseimbangan

Pada fase memukul bola, tubuh atlet berada dalam kondisi tidak seimbang secara gaya, karena terjadi percepatan dan perubahan momentum pada lengan pemukul.

Namun, keseimbangan rotasional tetap dijaga melalui kerja otot inti dan lengan non-dominan sehingga resultan momen dapat dikontrol. Jika pengendalian momen kurang baik, maka tubuh akan berputar berlebihan dan akurasi *smash* menurun.

4. Hukum Newton

Fase memukul bola sangat dipengaruhi oleh Hukum Newton II dan III:

a. Hukum Newton II ($F = m \times a$)

Semakin besar gaya dan percepatan ayunan lengan, maka semakin besar kecepatan tangan saat kontak dengan bola. Kecepatan tangan yang tinggi akan menghasilkan pukulan *smash* yang keras dan cepat.

b. Hukum Newton III (Aksi–Reaksi)

Ketika tangan memukul bola, tangan memberikan gaya pada bola, dan bola memberikan gaya reaksi yang sama besar dan berlawanan arah pada tangan. Gaya aksi–reaksi ini menentukan perubahan arah dan kecepatan bola ke area lawan.

d. Mendarat

1. TTB (Titik Tumpu Badan)

Pada fase mendarat, titik tumpu badan kembali berada pada telapak kaki, khususnya bagian ujung kaki dan tumit yang pertama kali menyentuh lantai. Kedua kaki berfungsi sebagai tumpuan utama untuk menerima gaya benturan dari berat tubuh dan gaya gravitasi.

Sendi pergelangan kaki, lutut, dan panggul bertindak sebagai sistem peredam (*shock absorber*) untuk mengurangi tekanan yang diterima tubuh saat kontak dengan lantai.

2. Keseimbangan

Keseimbangan pada fase mendarat termasuk keseimbangan dinamis, karena tubuh mengalami perlambatan dari kondisi melayang ke kondisi diam atau bergerak stabil. Atlet harus menjaga pusat massa tubuh tetap berada di atas bidang tumpu agar tidak terjatuh.

Posisi lutut sedikit menekuk, badan condong ke depan, dan lengan terbuka membantu menjaga stabilitas serta mengontrol arah pendaratan.

3. Hukum Kesetimbangan

Pada fase mendarat, tubuh atlet berusaha kembali ke kondisi seimbang, di mana gaya berat tubuh diimbangi oleh gaya reaksi lantai. Otot-otot tungkai bekerja secara eksentrik untuk mengontrol gaya yang masuk sehingga resultan gaya secara bertahap mendekati nol.

Distribusi gaya yang merata pada kedua kaki penting untuk mencegah gangguan keseimbangan dan mengurangi risiko cedera.

4. Hukum Newton

Fase mendarat berkaitan erat dengan Hukum Newton I dan III:

a. Hukum Newton I (Inersia)

Tubuh cenderung mempertahankan gerakannya ke bawah akibat gravitasi. Kontraksi otot tungkai berfungsi menghentikan gerakan tersebut secara bertahap agar tubuh tidak jatuh atau cedera.

b. Hukum Newton III (Aksi-Reaksi)

Ketika kaki menyentuh lantai, kaki memberikan gaya ke lantai, dan lantai memberikan gaya reaksi yang sama besar dan berlawanan arah ke tubuh. Teknik mendarat yang baik bertujuan memperpanjang waktu kontak agar gaya benturan dapat diperkecil.

2.1.5.5 Faktor Yang Mempengaruhi *Smash* Bola Voli

Smash dalam permainan bola voli dipengaruhi oleh berbagai faktor. Menurut Hermazoni, (2020, p. 656), kemampuan melakukan *smash* dipengaruhi oleh kekuatan otot lengan serta daya ledak otot tungkai. Keberhasilan seorang pemain dalam melakukan *smash* yang tepat sasaran ditentukan oleh sejumlah aspek, di antaranya daya ledak otot tungkai, daya ledak otot lengan, koordinasi mata dan tangan, ketepatan perkenaan bola dengan tangan, keseimbangan tubuh di udara, ayunan lengan, kecepatan reaksi, serta kondisi emosional pemain saat melaksanakan *smash* Yulifri et al. (2018, p. 21).

Selanjutnya, Oktariana & Hardiyono, (2020, p. 15) menegaskan bahwa terdapat tiga komponen fisik utama yang memengaruhi hasil *smash*, yaitu daya ledak otot lengan, daya ledak otot tungkai, serta kekuatan otot perut. Sejalan dengan itu, Dahrial, (2018, p. 51) menyebutkan bahwa ketepatan *smash*

dipengaruhi oleh sejumlah faktor, terutama daya ledak otot tungkai, koordinasi mata-tangan, fleksibilitas tubuh, tinggi raihan, ayunan lengan, ketepatan waktu dalam memukul bola (timing), penguasaan teknik yang kurang optimal, perkenaan bola dengan tangan, serta kondisi emosional atlet saat melakukan *smash*.

Dalam proses pelatihan *smash*, pelatih perlu merancang serta mengevaluasi program latihan secara terstruktur agar tercapai tingkat kelentukan tubuh yang baik serta meminimalkan faktor penghambat. Kelentukan sendiri merupakan kemampuan tubuh atau bagian-bagiannya untuk bergerak secara maksimal tanpa menimbulkan ketegangan sendi maupun cedera otot. Aspek kelentukan ini sangat penting dalam meningkatkan akurasi *smash* dalam bola voli. Menurut Asnaldi, (2020, p. 162) menjelaskan daya ledak otot lengan juga merupakan komponen mendasar yang berperan signifikan dalam kondisi fisik pemain. Sementara itu, Iskandar, (2016, p. 24) menambahkan bahwa kemampuan *smash* dipengaruhi oleh fleksibilitas, kekuatan otot perut, serta daya ledak otot lengan.

Berdasarkan berbagai pendapat para ahli tersebut dapat dipahami bahwa keberhasilan melakukan *smash* dalam permainan bola voli tidak hanya ditentukan oleh penguasaan teknik semata, tetapi juga dipengaruhi oleh kondisi fisik yang mendukung. Penguasaan teknik yang baik harus didukung oleh kemampuan fisik yang memadai agar gerakan *smash* dapat dilakukan secara efektif, cepat, dan menghasilkan pukulan yang kuat. Oleh karena itu, unsur kondisi fisik memiliki peranan penting dalam menunjang performa pemain saat melakukan serangan melalui *smash*.

Salah satu komponen kondisi fisik yang sangat berperan dalam menghasilkan pukulan *smash* yang kuat adalah *power* otot lengan. *Power* otot lengan berfungsi untuk menghasilkan ayunan lengan yang cepat dan kuat sehingga bola dapat dipukul dengan kecepatan tinggi menuju lapangan lawan. Menurut Sukadiyanto dan Muluk (2019, p. 88), *power* merupakan kemampuan otot untuk menghasilkan kekuatan maksimal dalam waktu yang sangat singkat. Kemampuan ini merupakan kombinasi antara kekuatan otot dan kecepatan gerakan sehingga sangat dibutuhkan dalam aktivitas olahraga yang memerlukan gerakan eksplosif, termasuk dalam gerakan *smash* pada permainan bola voli.

Dalam gerakan *smash*, *power* otot lengan berperan pada fase memukul bola, di mana lengan melakukan ayunan secara cepat dari belakang ke depan untuk memberikan gaya maksimal pada bola. Semakin besar *power* yang dimiliki oleh otot lengan, maka semakin besar pula gaya yang dihasilkan pada saat kontak dengan bola sehingga menghasilkan pukulan yang lebih keras dan sulit diterima oleh lawan. Hal ini sejalan dengan pendapat Bompa dan Buzzichelli (2019, p. 231) yang menyatakan bahwa *power* otot sangat menentukan kemampuan atlet dalam menghasilkan gerakan eksplosif yang cepat dan kuat dalam berbagai cabang olahraga.

Selain *power* otot lengan, daya ledak otot tungkai juga memiliki peranan penting dalam mendukung keberhasilan *smash*. Daya ledak otot tungkai berfungsi untuk menghasilkan lompatan yang tinggi sehingga pemain dapat menjangkau bola pada titik tertinggi sebelum melakukan pukulan. Semakin tinggi lompatan yang dihasilkan, maka semakin besar peluang pemain untuk melakukan pukulan dengan sudut yang tajam ke area lapangan lawan. Menurut Bompa dan Buzzichelli (2019, p. 236), daya ledak otot tungkai merupakan kemampuan otot tungkai untuk menghasilkan gaya secara cepat dalam gerakan melompat yang sangat diperlukan dalam olahraga yang melibatkan gerakan vertikal, seperti bola voli.

Meskipun demikian, dalam penelitian ini fokus utama kondisi fisik yang ditingkatkan adalah *power* otot lengan, karena komponen tersebut memiliki peranan langsung dalam menghasilkan kekuatan pukulan pada saat melakukan *smash*. Sementara itu, daya ledak otot tungkai dalam penelitian ini dipandang sebagai faktor pendukung yang membantu pemain mencapai posisi optimal saat melakukan pukulan terhadap bola.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kemampuan melakukan *smash* secara efektif dipengaruhi oleh kombinasi antara penguasaan teknik dan kondisi fisik, khususnya *power* otot lengan. Oleh karena itu, diperlukan bentuk latihan yang tepat untuk meningkatkan *power* otot lengan sehingga dapat mendukung peningkatan kemampuan *smash* dalam permainan bola voli.

2.1.5 Hubungan *Power* Otot Lengan, Latihan *Plyometric*, dan Kemampuan *Smash* Bola Voli

Dalam permainan bola voli, kemampuan melakukan smash merupakan salah satu keterampilan teknik yang sangat penting karena menjadi bentuk serangan utama untuk memperoleh poin. Smash dilakukan dengan cara memukul bola secara keras dan tajam ke daerah lapangan lawan dengan tujuan agar bola sulit dikembalikan oleh pemain bertahan. Gerakan smash pada dasarnya merupakan rangkaian gerakan yang terdiri dari beberapa tahapan, yaitu awalan, tolakan atau lompatan, ayunan lengan, perkenaan bola, dan pendaratan. Setiap tahapan tersebut harus dilakukan secara terkoordinasi agar menghasilkan pukulan yang efektif dan optimal. Keberhasilan melakukan smash tidak hanya dipengaruhi oleh penguasaan teknik yang baik, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik yang mendukung, salah satunya adalah *power* otot lengan (Widiastuti, 2019, p. 77).

Power otot lengan merupakan kemampuan otot untuk menghasilkan kekuatan secara maksimal dalam waktu yang singkat sehingga menghasilkan gerakan yang bersifat eksplosif (Sukadiyanto & Muluk, 2019, p. 88). Dalam gerakan smash bola voli, *power* otot lengan berperan penting dalam menghasilkan ayunan lengan yang cepat dan kuat pada saat melakukan kontak dengan bola. Ayunan lengan yang cepat dan kuat akan menghasilkan gaya pukulan yang besar sehingga bola dapat meluncur dengan kecepatan tinggi menuju lapangan lawan. Semakin besar *power* otot lengan yang dimiliki pemain, maka semakin besar pula gaya yang dihasilkan pada saat memukul bola sehingga menghasilkan pukulan smash yang lebih keras, cepat, dan terarah ke daerah lapangan lawan (Syafuruddin, 2020, p. 134).

Selain itu, kemampuan menghasilkan pukulan smash yang kuat juga berkaitan dengan kecepatan kontraksi otot lengan serta koordinasi antara otot bahu, lengan atas, dan lengan bawah pada saat melakukan ayunan tangan. Dalam proses ayunan lengan, otot bahu berperan sebagai penggerak utama yang menghasilkan gerakan rotasi dan ayunan lengan, sedangkan otot lengan atas dan lengan bawah membantu menghasilkan percepatan gerakan tangan menuju bola. Hedayana (2016, p. 46) menjelaskan bahwa kekuatan dan kecepatan ayunan lengan

merupakan faktor penting yang menentukan keberhasilan pukulan smash dalam permainan bola voli. Oleh karena itu, peningkatan *power* otot lengan menjadi salah satu aspek kondisi fisik yang perlu dilatih secara sistematis untuk meningkatkan kualitas pukulan smash pemain.

Di samping *power* otot lengan, terdapat pula komponen kondisi fisik lainnya yang turut mendukung keberhasilan melakukan smash, seperti daya ledak otot tungkai yang berperan dalam menghasilkan lompatan yang tinggi sehingga pemain dapat memukul bola pada titik tertinggi. Lompatan yang tinggi memungkinkan pemain memiliki sudut pukulan yang lebih tajam sehingga bola dapat diarahkan dengan lebih efektif ke daerah lapangan lawan. Namun demikian, meskipun daya ledak otot tungkai berperan dalam menghasilkan lompatan, kekuatan pukulan smash tetap sangat ditentukan oleh kemampuan ayunan lengan yang cepat dan kuat. Oleh karena itu, *power* otot lengan tetap menjadi salah satu komponen utama yang menentukan keberhasilan pukulan smash.

Salah satu metode latihan yang dapat digunakan untuk meningkatkan *power* otot lengan adalah latihan plyometric. Latihan plyometric merupakan metode latihan yang dirancang untuk meningkatkan kemampuan daya ledak otot melalui gerakan yang cepat dan eksplosif. Latihan ini bekerja melalui mekanisme stretch-shortening cycle (SSC), yaitu proses peregangan otot yang segera diikuti oleh kontraksi secara cepat sehingga menghasilkan daya ledak otot yang lebih besar (Chu, 2017, p. 68). Melalui mekanisme tersebut, latihan plyometric mampu meningkatkan koordinasi antara sistem saraf dan otot sehingga otot dapat menghasilkan gaya secara maksimal dalam waktu yang singkat.

Dalam konteks olahraga bola voli, latihan *plyometric* sangat sesuai digunakan karena karakteristik gerakannya memiliki kesamaan dengan gerakan dalam permainan bola voli yang menuntut kekuatan, kecepatan, dan koordinasi secara bersamaan. Bentuk latihan seperti *Medicine Ball Chest Pass*, *Overhead Throw*, dan *Plyometric Push-Up* dapat meningkatkan kekuatan dan kecepatan kontraksi otot lengan sehingga mampu meningkatkan daya ledak otot yang dibutuhkan dalam melakukan pukulan smash (Herlina & Ramadhan, 2021, p. 59). Latihan-latihan tersebut juga melibatkan kontraksi otot secara cepat dan berulang

sehingga dapat meningkatkan kemampuan otot dalam menghasilkan gaya secara eksplosif.

Selain meningkatkan *power* otot lengan, latihan plyometric juga dapat membantu meningkatkan koordinasi gerak tubuh secara keseluruhan sehingga gerakan ayunan lengan pada saat melakukan smash menjadi lebih efektif dan efisien. Bompas dan Buzzichelli (2018, p. 215) menjelaskan bahwa latihan plyometric merupakan salah satu metode latihan yang efektif untuk meningkatkan kemampuan eksplosif otot yang sangat dibutuhkan dalam berbagai cabang olahraga yang menuntut gerakan cepat dan kuat, termasuk dalam permainan bola voli.

Dengan demikian dapat dipahami bahwa latihan plyometric memiliki peran penting dalam meningkatkan *power* otot lengan yang merupakan salah satu komponen kondisi fisik yang mendukung keberhasilan melakukan smash. Peningkatan *power* otot lengan akan menghasilkan ayunan lengan yang lebih cepat dan kuat sehingga pukulan smash menjadi lebih keras dan sulit dikembalikan oleh lawan. Oleh karena itu, latihan plyometric diperkirakan memiliki hubungan yang erat dengan peningkatan kemampuan smash dalam permainan bola voli, karena latihan tersebut mampu meningkatkan daya ledak otot yang secara langsung berperan dalam menghasilkan pukulan *smash* yang efektif.

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Kegunaan penelitian yang relevan adalah sebagai landasan acuan agar penelitian yang sedang dilaksanakan memiliki arah yang lebih jelas dan terfokus. Dengan adanya penelitian terdahulu yang berkaitan, peneliti dapat memperoleh gambaran, perbandingan, serta penguatan teori. Adapun beberapa penelitian yang relevan dengan kajian ini antara lain sebagai berikut.

Penelitian yang dilakukan oleh Sari (2021) dengan judul “Pengaruh Latihan Pliometrik Terhadap Kemampuan *smash* Atlet Bola Voli Klub Garuda Jaya.” Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kontribusi latihan pliometrik terhadap peningkatan kemampuan *smash* atlet bola voli. Sampel penelitian terdiri dari 15 atlet yang mengikuti program latihan selama 6 minggu dengan frekuensi latihan 3 kali per minggu. Bentuk latihan yang diberikan meliputi *box jump*, *plyometric push-up*, dan *medicine ball throw*. Instrumen yang digunakan

berupa tes kemampuan *smash*. Hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada kekuatan pukulan dan ketinggian lompatan setelah diberikan latihan pliometrik, sehingga latihan pliometrik terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan *smash*.

Penelitian oleh Ramadhan yang berjudul “Pengaruh Latihan *Plyometric* Terhadap Ketepatan *Smash* dalam Kegiatan Ekstrakurikuler Bola Voli Siswa Sekolah Menengah Atas” bertujuan untuk mengetahui pengaruh latihan *plyometric* terhadap peningkatan ketepatan *smash* siswa. Sampel penelitian terdiri dari 15 siswa ekstrakurikuler bola voli SMAN 1 Pangkalan yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan desain *one group pretest-posttest*, yaitu dengan melakukan pengukuran sebelum dan sesudah perlakuan. Instrumen yang digunakan meliputi tes ketepatan *smash* dan tes gerakan *smash*. Analisis data menggunakan uji *t* (*paired sample t-test*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa latihan *plyometric* memberikan pengaruh signifikan terhadap ketepatan dan gerakan *smash*, dengan nilai *t* hitung ketepatan sebesar $7,891 > t$ tabel $2,179$ dan nilai $p = 0,00$, serta *t* hitung gerakan sebesar $11,015 > t$ tabel $2,179$ dengan nilai $p = 0,00$. Persentase peningkatan ketepatan *smash* sebesar $6,00\%$ dan gerakan *smash* sebesar $22,0\%$. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa latihan *plyometric* efektif dalam meningkatkan ketepatan dan kualitas gerakan *smash* pada siswa ekstrakurikuler bola voli SMAN 1 Pangkalan.

Penelitian yang dilakukan oleh Putra dan Widodo (2020) berjudul “Pengaruh Latihan Pliometrik Box Jump Terhadap Kemampuan *Smash* Atlet Bola Voli Junior.” Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh latihan box jump terhadap daya ledak vertikal dan performa *smash*. Sampel terdiri dari 18 atlet junior dengan pelaksanaan latihan selama 5 minggu. Instrumen yang digunakan berupa tes vertical jump dan tes kemampuan *smash*. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan daya ledak tungkai dan tinggi lompatan ketika melakukan *smash*, yang kemudian berpengaruh pada kualitas *smash* yang lebih kuat dan terarah.

Penelitian oleh Fitriani (2023) dengan judul “Pengaruh Latihan *Plyometric Push-Up* Terhadap Kecepatan dan Kekuatan *Smash* Pada Atlet Bola Voli Putri.”

bertujuan untuk mengetahui peningkatan kemampuan smash melalui latihan pliometrik bagian tubuh atas. Sampel penelitian terdiri dari 12 atlet putri tingkat SMA. Latihan diberikan selama 7 minggu dengan intensitas 2 kali seminggu. Instrumen yang digunakan yaitu tes kecepatan ayunan lengan dan tes pukulan *smash*. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan pada kecepatan ayunan lengan dan kekuatan pukulan, sehingga latihan *plyometric push-up* dinilai efektif untuk meningkatkan kemampuan *smash* pada atlet putri.

Penelitian oleh Yusuf (2024) berjudul “Pengaruh Latihan Pliometrik Terhadap Daya Ledak Tubuh Bagian Atas Untuk Smash Bola Voli Pada Ekstrakurikuler MAN 1 Bandung.” Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kontribusi latihan pliometrik terhadap kekuatan pukulan smash pada atlet sekolah. Sampel terdiri dari 16 atlet yang menjalani latihan selama 6 minggu menggunakan variasi clap push-up, side medicine ball throw, dan overhead pass. Instrumen penelitian berupa tes *smash pre-test* dan *post-test*. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan terhadap *power* otot lengan dan kemampuan *smash*.

Berdasarkan kelima penelitian terdahulu yang telah diuraikan, terdapat beberapa persamaan yang dapat diketahui. Seluruh penelitian sama-sama memfokuskan perhatian pada kemampuan *smash* dalam permainan bola voli sebagai variabel yang ingin ditingkatkan. Selain itu, metode penelitian yang digunakan memiliki kesamaan, yaitu menggunakan desain eksperimen dengan pemberian perlakuan tertentu dan dilakukan pengukuran menggunakan *pre-test* dan *post-test* untuk mengetahui adanya peningkatan kemampuan setelah latihan diberikan. Subjek yang digunakan dalam penelitian terdahulu juga memiliki karakteristik yang sejalan dengan penelitian ini, yakni berasal dari kalangan siswa atau atlet yang mengikuti kegiatan latihan atau ekstrakurikuler bola voli di lingkungan sekolah. Instrumen yang digunakan untuk mengukur kemampuan *smash* juga serupa, yaitu menggunakan tes teknik *smash* sehingga hasilnya dapat dibandingkan secara objektif.

Meskipun terdapat persamaan, penelitian ini juga memiliki beberapa perbedaan yang membedakannya dari penelitian-penelitian sebelumnya. Perbedaan utama terletak pada jenis latihan yang digunakan. Pada penelitian ini,

perlakuan yang diberikan ialah latihan *plyometric* yang disusun secara terprogram dan terstruktur untuk meningkatkan *power* otot tungkai dan lengan secara bersamaan sehingga berdampak langsung pada kualitas pukulan *smash*. Sementara itu, penelitian terdahulu menggunakan variasi bentuk latihan seperti latihan kekuatan otot lengan, *squat jump*, *box jump*, *depth jump*, maupun latihan daya ledak lainnya yang fokusnya tidak secara keseluruhan sama dengan latihan *plyometric* yang menjadi fokus penelitian ini. Selain itu, subjek penelitian ini adalah atlet bola voli ekstrakurikuler SMAN 1 Cikatomas yang tentu memiliki karakteristik, kondisi fisik, intensitas latihan, dan lingkungan latihan yang berbeda dibandingkan subjek pada penelitian sebelumnya. Perbedaan lainnya terletak pada tujuan penelitian. Penelitian ini secara khusus bertujuan untuk mengetahui pengaruh latihan *plyometric* terhadap kemampuan *smash* sehingga latihan yang diberikan diarahkan langsung pada peningkatan performa teknik serangan dalam permainan bola voli. Sementara itu, beberapa penelitian terdahulu lebih menekankan pada peningkatan kekuatan atau daya ledak otot sebagai indikator fisik, bukan langsung pada hasil teknik *smash* secara menyeluruh. Dengan demikian, penelitian ini memiliki keunikan tersendiri meskipun tetap berada pada konteks yang sama dengan penelitian-penelitian terdahulu, yaitu meningkatkan kemampuan *smash* melalui latihan fisik yang tepat. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang lebih rinci dalam pengembangan metode latihan terutama pada pembinaan atlet bola voli di SMAN 1 Cikatomas.

2.3 Kerangka Konseptual

Kemampuan melakukan *smash* dalam permainan bola voli membutuhkan pukulan yang cepat, kuat, dan terarah, yang dilakukan pada titik tertinggi lompatan sehingga bola dapat meluncur tajam ke area lawan (Pralanate, 2023, p. 21). *Smash* merupakan salah satu teknik serangan utama dalam permainan bola voli yang bertujuan untuk memperoleh poin dengan cara memukul bola secara keras ke daerah lapangan lawan. Keberhasilan melakukan *smash* tidak hanya ditentukan oleh penguasaan teknik yang baik tetapi juga dipengaruhi oleh kondisi fisik yang mendukung seperti kekuatan otot, koordinasi gerak, serta daya ledak otot yang memungkinkan pemain menghasilkan gerakan secara cepat dan eksplosif

(Widiastuti, 2019, p. 77).

Salah satu komponen kondisi fisik yang sangat mempengaruhi kualitas smash adalah *power* otot lengan, yaitu kemampuan otot lengan untuk menghasilkan kekuatan secara maksimal dalam waktu yang singkat sehingga menghasilkan gerakan yang bersifat eksplosif (Sukadiyanto & Muluk, 2020, p. 88). Dalam pelaksanaan *smash*, *power* otot lengan berperan penting dalam menghasilkan ayunan lengan yang cepat dan kuat pada saat melakukan kontak dengan bola. Semakin besar *power* otot lengan yang dimiliki pemain, maka semakin besar pula gaya yang dihasilkan pada saat memukul bola sehingga menghasilkan pukulan smash yang lebih keras, cepat, dan sulit dikembalikan oleh lawan (Heldayana, 2016, p. 46; Syafruddin, 2020, p. 134).

Selain *power* otot lengan, dalam pelaksanaan smash juga terdapat dukungan dari komponen kondisi fisik lainnya seperti kekuatan otot, koordinasi gerak, serta daya ledak otot tungkai yang membantu pemain mencapai lompatan yang optimal sehingga dapat memukul bola pada titik tertinggi. Namun demikian, dalam penelitian ini komponen kondisi fisik yang menjadi fokus utama adalah *power* otot lengan, karena komponen tersebut secara langsung berperan dalam menghasilkan pukulan smash yang keras dan cepat, sedangkan daya ledak otot tungkai berfungsi sebagai faktor pendukung dalam pelaksanaan gerakan *smash*.

Untuk meningkatkan *power* otot lengan diperlukan metode latihan yang tidak hanya meningkatkan kekuatan otot, tetapi juga kecepatan kontraksi otot. Salah satu bentuk latihan yang sesuai dengan kebutuhan tersebut adalah latihan plyometric. Latihan *plyometric* bekerja melalui mekanisme *stretch-shortening cycle* (SSC), yaitu pemberian regangan cepat pada otot yang segera diikuti oleh kontraksi secara eksplosif sehingga mampu meningkatkan daya ledak otot (Sudirman, 2015, p. 42). Melalui mekanisme tersebut, latihan *plyometric* dapat meningkatkan kemampuan neuromuskular dalam menghasilkan kekuatan secara cepat dan maksimal (Chu, 2017, p. 68).

Apabila latihan *plyometric* dilakukan secara teratur, terencana, dan dengan intensitas yang tepat, maka daya ledak otot, termasuk otot lengan, akan mengalami peningkatan secara signifikan (Gusnelia et al., 2022, p. 57). Selain itu, latihan

plyometric memiliki karakteristik gerakan yang cepat, eksplosif, dan melibatkan kontraksi otot secara maksimal dalam waktu yang singkat sehingga sangat sesuai dengan kebutuhan gerakan dalam permainan bola voli, khususnya pada teknik smash yang menuntut kecepatan ayunan lengan dan kekuatan pukulan secara bersamaan (Bompa & Buzzichelli, 2018, p. 215).

Kesesuaian antara gerakan latihan *plyometric* dengan teknik *smash* juga dapat dilihat dari bentuk-bentuk latihannya, seperti *medicine ball chest pass*, *overhead throw*, dan *plyometric push-up*. Latihan-latihan tersebut dapat meningkatkan kekuatan dan kecepatan ayunan otot lengan serta koordinasi antara otot bahu, lengan, dan otot inti tubuh sehingga gerakan ayunan lengan pada saat melakukan smash menjadi lebih efektif dan efisien (Herlina & Ramadhan, 2021, p. 59; Syafruddin, 2020, p. 134).

Hasil penelitian Ramadhan (2022, p. 68) juga menunjukkan bahwa latihan *plyometric* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kemampuan *smash* pada atlet bola voli, yang ditunjukkan dengan meningkatnya kecepatan dan kekuatan pukulan setelah diberikan program latihan secara terstruktur. Hal ini menunjukkan bahwa latihan *plyometric* dapat memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan performa teknik serangan dalam permainan bola voli.

Latihan *plyometric* merupakan metode latihan yang dapat meningkatkan *power* otot lengan melalui gerakan eksplosif. Peningkatan *power* otot lengan tersebut kemudian akan berdampak pada peningkatan kemampuan *smash* pemain bola voli. Dengan demikian, latihan *plyometric* tidak hanya berperan dalam meningkatkan kondisi fisik, tetapi juga memberikan pengaruh terhadap kualitas keterampilan teknik, khususnya dalam menghasilkan pukulan *smash* yang lebih kuat, cepat, dan terarah.

Berdasarkan uraian teori tersebut dapat dipahami bahwa latihan *plyometric* berperan sebagai metode latihan yang mampu meningkatkan daya ledak otot, khususnya *power* otot lengan. Peningkatan *power* otot lengan tersebut akan menghasilkan ayunan lengan yang lebih cepat dan kuat sehingga pukulan *smash* menjadi lebih keras, cepat, dan terarah ke daerah lapangan lawan. Selain itu,

keberhasilan *smash* juga didukung oleh faktor teknik yang baik serta daya ledak otot tungkai yang membantu pemain mencapai titik lompatan yang optimal. Dengan demikian, secara konseptual dapat disimpulkan bahwa latihan *plyometric* memberikan pengaruh terhadap peningkatan *power* otot lengan yang selanjutnya berdampak pada peningkatan kemampuan *smash* dalam permainan bola voli. Oleh karena itu, hubungan tersebut menjadi dasar dilakukannya penelitian dengan judul: “Pengaruh Latihan *Plyometric* terhadap Peningkatan *Power* Otot Lengan dan Implikasinya terhadap Kemampuan *Smash* pada Atlet Bola Voli Ekstrakurikuler SMAN 1 Cikatomas.”

2.4 Hipotesis

Menurut Sugiyono (2017, p. 64) menyatakan bahwa hipotesis merupakan jawaban sementara terhadap rumusan masalah penelitian, dimana rumusan masalah penelitian telah dinyatakan dalam bentuk kalimat pertanyaan. Berdasarkan tinjauan pustaka dan kerangka konseptual yang telah diuraikan, hipotesis penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh yang signifikan dari latihan *plyometric* terhadap peningkatan *power* otot lengan pada atlet bola voli Ekstrakurikuler SMAN 1 Cikatomas.
2. Terdapat pengaruh yang signifikan dari latihan *plyometric* memberikan implikasi terhadap Kemampuan *Smash* pada Atlet Bola Voli Ekstrakurikuler SMAN 1 Cikatomas.