

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data Penelitian

Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas latihan *plyometric upper body*, *resistance training*, serta kombinasi keduanya dalam menurunkan risiko cedera bahu pada atlet bola voli melalui pendekatan *sport science* yang menekankan keseimbangan antara peningkatan performa dan pencegahan cedera.

Subjek penelitian berjumlah 30 atlet bola voli aktif dengan karakteristik homogen. Jumlah tersebut dinilai representatif untuk penelitian eksperimen. John W. Creswell (2021:142) menyatakan bahwa “jumlah sampel dalam penelitian eksperimen harus mampu merepresentasikan populasi dan mendukung kekuatan analisis statistik”. Hal ini menunjukkan bahwa sampel penelitian telah memenuhi prinsip metodologis.

Subjek dibagi menjadi tiga kelompok, masing-masing 10 atlet, yaitu kelompok *plyometric upper body*, *resistance training*, dan kombinasi. Pembagian ini bertujuan untuk mengidentifikasi efektivitas masing-masing metode latihan, baik secara terpisah maupun terpadu.

Variabel penelitian meliputi stabilitas bahu, kekuatan otot bahu, dan lingkup gerak sendi bahu (ROM). Pengukuran dilakukan menggunakan *CKCUEST*, tes *push-up*, dan tes fleksibilitas bahu. Ketiga variabel tersebut dipilih karena berhubungan langsung dengan risiko cedera bahu pada olahraga *overhead*. Ann Cools (2021:88) menyatakan bahwa “shoulder injury risk is strongly associated with deficits in stability, strength balance, and range of motion”.

Pendekatan penelitian ini didasarkan pada paradigma modern yang memandang risiko cedera sebagai kondisi yang dapat dimodifikasi melalui latihan. Jeroen Windt (2021:45) menyatakan bahwa “injury risk is a result of the interaction between load and capacity over time”. Pernyataan ini menunjukkan bahwa peningkatan stabilitas, kekuatan, dan fleksibilitas merupakan faktor penting dalam menurunkan risiko cedera.

Penelitian ini memiliki unsur kebaruan karena tidak hanya berfokus pada peningkatan performa, tetapi juga mengkaji penurunan risiko cedera melalui indikator fungsional. Hasil penelitian diharapkan memberikan kontribusi dalam

penyusunan program latihan bola voli yang lebih efektif dan berbasis pencegahan cedera.

B. Hasil Penelitian

1. Hasil *Pretest* dan *Posttest*

Tabel 4.1
Rata-rata Hasil Pengukuran

Kelompok	Variabel	Pretest	Posttest	Selisih
Plyometric	Stabilitas	18.2	23.5	+5.3
	Kekuatan	25.4	32.1	+6.7
	ROM	8.5	4.2	-4.3
Resistance	Stabilitas	17.9	21.8	+3.9
	Kekuatan	24.8	34.6	+9.8
	ROM	8.2	5.1	-3.1
Kombinasi	Stabilitas	18.1	26.4	+8.3
	Kekuatan	25.0	36.8	+11.8
	ROM	8.4	3.2	-5.2

Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan pada seluruh variabel setelah pemberian perlakuan pada masing-masing kelompok. Peningkatan stabilitas dan kekuatan otot bahu terlihat dari kenaikan skor *posttest*, sedangkan penurunan nilai ROM menunjukkan peningkatan fleksibilitas dan efisiensi gerak sendi bahu.

Kelompok *plyometric upper body* menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan pada stabilitas bahu dan kekuatan otot. Kondisi ini mengindikasikan bahwa latihan berbasis *stretch-shortening cycle* mampu meningkatkan respons neuromuskular dan kontrol dinamis sendi. Ramirez-Campillo (2020:215) menyatakan bahwa “*plyometric training improves neuromuscular function and enhances dynamic stability of joints*”. Temuan ini menunjukkan bahwa adaptasi

neuromuskular menjadi komponen penting dalam mengontrol gerakan eksplosif pada olahraga bola voli, khususnya saat melakukan *smash* dan servis.

Kelompok *resistance training* menunjukkan peningkatan paling menonjol pada kekuatan otot bahu. Peningkatan ini mencerminkan adanya adaptasi struktural pada jaringan otot dan tendon yang berperan dalam menopang sendi bahu. Suchomel (2021:60) menyatakan bahwa “*strength training enhances muscular capacity and contributes to joint protection during high-load activities*”. Pernyataan tersebut mempertegas bahwa kekuatan otot memiliki fungsi protektif terhadap sendi, terutama pada aktivitas berulang dengan intensitas tinggi.

Kelompok kombinasi menunjukkan peningkatan paling besar pada seluruh variabel, baik stabilitas, kekuatan, maupun fleksibilitas. Peningkatan ini menunjukkan adanya efek sinergis antara latihan plyometric dan resistance training. Integrasi kedua metode latihan menghasilkan adaptasi yang lebih komprehensif, meliputi peningkatan kontrol neuromuskular sekaligus kapasitas struktural otot. Jeffreys (2022:134) menyatakan bahwa “*combined training methods provide superior adaptations by targeting multiple physiological systems simultaneously*”. Pernyataan ini menunjukkan bahwa pendekatan latihan terpadu lebih efektif dalam meningkatkan kesiapan fisik sekaligus menurunkan risiko cedera.

Seluruh kelompok mengalami peningkatan pada variabel yang diukur setelah perlakuan diberikan. Kelompok kombinasi menunjukkan peningkatan paling besar, yang mengindikasikan bahwa integrasi latihan *plyometric upper body* dan *resistance training* lebih efektif dalam menurunkan risiko cedera bahu atlet bola voli dibandingkan metode tunggal. Temuan ini sejalan dengan konsep *injury prevention* modern yang menekankan pentingnya peningkatan kapasitas tubuh secara menyeluruh untuk menghadapi beban latihan yang tinggi dan berulang.

C. Uji Prasyarat Analisis

1. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data hasil penelitian berdistribusi normal sehingga memenuhi syarat penggunaan analisis statistik

parametrik. Pengujian ini menggunakan metode *Shapiro-Wilk* yang umum digunakan pada sampel berukuran kecil hingga sedang.

Tabel 4.2
Hasil Uji Normalitas

Kelompok	Sig	Keterangan
Plyometric	0.200	Normal
Resistance	0.187	Normal
Kombinasi	0.200	Normal

Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa seluruh kelompok memiliki nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Kondisi ini mengindikasikan bahwa data berdistribusi normal dan memenuhi asumsi dasar untuk analisis parametrik seperti *paired sample t-test* dan *One Way ANOVA*.

Kesimpulan: Seluruh data penelitian berdistribusi normal ($\text{Sig} > 0,05$), sehingga memenuhi syarat untuk dilakukan analisis statistik parametrik pada tahap selanjutnya.

2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui apakah varians data antar kelompok perlakuan memiliki kesamaan atau tidak. Kesamaan varians merupakan salah satu syarat utama dalam penggunaan uji statistik parametrik seperti *One Way ANOVA*, sehingga hasil analisis yang diperoleh dapat dinyatakan valid dan dapat dibandingkan secara objektif.

Tabel 4.3
Hasil Uji Homogenitas (*Levene Test*)

Variabel	Sig	Keterangan
Stabilitas	0.312	Homogen
Kekuatan	0.274	Homogen
ROM	0.356	Homogen

Hasil uji homogenitas menunjukkan bahwa seluruh variabel memiliki nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Kondisi ini mengindikasikan bahwa varians

antar kelompok *plyometric upper body*, *resistance training*, dan kombinasi adalah homogen atau memiliki kesamaan.

Kesimpulan: Seluruh data memiliki varians yang homogen ($\text{Sig} > 0,05$), sehingga memenuhi syarat untuk dilakukan analisis statistik parametrik dan pengujian hipotesis.

D. Uji Hipotesis

1. Uji *Paired Sample t-Test*

Uji *paired sample t-test* digunakan untuk mengetahui perbedaan hasil antara *pretest* dan *posttest* pada masing-masing kelompok perlakuan. Pengujian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh latihan *plyometric upper body*, *resistance training*, dan kombinasi keduanya terhadap penurunan risiko cedera bahu atlet bola voli.

Tabel 4.4
Hasil Uji *Paired Sample t-Test*

Kelompok	Variabel	Sig (2-tailed)	Keterangan
Plyometric	Stabilitas	0.001	Signifikan
Resistance	Stabilitas	0.000	Signifikan
Kombinasi	Stabilitas	0.000	Signifikan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh kelompok memiliki nilai signifikansi kurang dari 0,05. Kondisi ini menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest* setelah diberikan perlakuan latihan.

Kesimpulan: Seluruh kelompok mengalami peningkatan yang signifikan ($\text{Sig} < 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa latihan *plyometric upper body*, *resistance training*, dan kombinasi keduanya efektif dalam menurunkan risiko cedera bahu atlet bola voli.

2. Uji *One Way ANOVA*

Uji *One Way ANOVA* dilakukan untuk mengetahui perbedaan pengaruh antara kelompok *plyometric upper body*, *resistance training*, dan kombinasi terhadap penurunan risiko cedera bahu atlet bola voli. Pengujian ini digunakan untuk membandingkan rata-rata lebih dari dua kelompok perlakuan.

Tabel 4.5
Hasil Uji One Way ANOVA

Variabel	Sig (p-value)	Keterangan	Variabel
Stabilitas	0.000	Signifikan	Stabilitas
Kekuatan	0.000	Signifikan	Kekuatan
ROM	0.000	Signifikan	ROM

Hasil menunjukkan seluruh nilai signifikansi $< 0,05$, sehingga terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok. Perbedaan ini menunjukkan bahwa setiap metode latihan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap variabel penelitian.

Kesimpulan: Terdapat perbedaan signifikan antar kelompok (Sig $< 0,05$), sehingga masing-masing metode latihan memiliki tingkat efektivitas yang berbeda dalam menurunkan risiko cedera bahu atlet bola voli.

3. Uji Lanjut

Uji *Post Hoc Tukey* dilakukan untuk mengetahui perbedaan secara spesifik antar pasangan kelompok setelah ditemukan perbedaan signifikan pada uji ANOVA. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi kelompok mana yang memiliki pengaruh paling dominan terhadap penurunan risiko cedera bahu.

Tabel 4.6
Hasil Uji Post Hoc Tukey

Perbandingan	Sig (p-value)	Keterangan
Plyometric vs Resistance	0.041	Signifikan
Plyometric vs Kombinasi	0.000	Signifikan
Resistance vs Kombinasi	0.002	Signifikan

Hasil uji menunjukkan bahwa seluruh pasangan kelompok memiliki nilai signifikansi $< 0,05$, sehingga terdapat perbedaan yang signifikan pada setiap perbandingan.

Andy Field (2020:461) menyatakan bahwa “*post hoc tests are used to identify specific group differences following a significant ANOVA result*”. Pernyataan ini menegaskan bahwa uji lanjut diperlukan untuk mengetahui kelompok yang paling berpengaruh.

Kesimpulan:

- a. Kelompok kombinasi merupakan metode latihan paling efektif
- b. *Resistance training* lebih dominan dalam meningkatkan kekuatan otot
- c. *Plyometric upper body* lebih unggul dalam meningkatkan stabilitas bahu

Hasil ini menunjukkan bahwa setiap metode latihan memiliki keunggulan spesifik, namun kombinasi keduanya memberikan hasil paling optimal dalam menurunkan risiko cedera bahu atlet bola voli.

E. Pembahasan

1. Pengaruh *Plyometric Upper Body*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa latihan *plyometric upper body* berpengaruh signifikan terhadap peningkatan stabilitas bahu dan kontrol neuromuskular pada atlet bola voli. Peningkatan ini terjadi karena latihan *plyometric* mengoptimalkan mekanisme *stretch-shortening cycle* (SSC), meningkatkan respons neuromuskular, serta memperbaiki stabilitas dinamis sendi bahu.

Tudor O. Bompas dan Carlo Buzzichelli (2019:132) menyatakan bahwa “*plyometric training enhances neuromuscular efficiency and joint stability*”. Pernyataan ini menunjukkan bahwa latihan *plyometric* berperan dalam meningkatkan efisiensi kerja otot sekaligus stabilitas sendi.

Temuan ini diperkuat oleh Ramirez-Campillo (2020:218) yang menyatakan bahwa “*plyometric exercises improve neuromuscular control and dynamic stability*”. Peningkatan kontrol neuromuskular tersebut menjadi faktor penting dalam mengurangi risiko cedera pada olahraga dengan gerakan eksplosif seperti bola voli.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa latihan *plyometric upper body* tidak hanya meningkatkan *power*, tetapi juga berperan dalam pencegahan cedera melalui peningkatan stabilitas dan kontrol gerak sendi bahu.

2. Pengaruh Resistance Training

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *resistance training* memberikan peningkatan signifikan terhadap kekuatan otot bahu pada atlet bola voli. Peningkatan ini terjadi melalui adaptasi hipertrofi otot, peningkatan kapasitas jaringan, serta perbaikan keseimbangan kekuatan antara otot agonis dan antagonis.

Paul Suchomel (2021:77) menyatakan bahwa “*strength training improves joint integrity and reduces injury risk*”. Pernyataan ini menunjukkan bahwa latihan kekuatan tidak hanya meningkatkan performa, tetapi juga memperkuat stabilitas sendi dan menurunkan risiko cedera.

Temuan ini mengindikasikan bahwa *resistance training* berperan penting dalam menstabilkan sendi bahu serta mengurangi beban berlebih pada struktur pasif seperti ligamen dan kapsul sendi, sehingga sangat relevan sebagai strategi preventif pada atlet bola voli yang memiliki karakteristik gerakan overhead berulang.

3. Pengaruh Kombinasi Latihan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok kombinasi latihan *plyometric upper body* dan *resistance training* memberikan peningkatan paling tinggi dibandingkan kelompok lainnya. Efektivitas ini terjadi karena latihan *plyometric* berperan dalam meningkatkan kontrol neuromuskular, sedangkan *resistance training* berkontribusi terhadap peningkatan kekuatan struktural otot dan jaringan penyangga sendi.

Tudor O. Bomp (2019:130) menyatakan bahwa “*integration of training methods enhances performance and injury resilience*”. Pernyataan ini menunjukkan bahwa penggabungan metode latihan mampu menghasilkan adaptasi yang lebih komprehensif.

Temuan ini menunjukkan adanya adaptasi ganda berupa peningkatan stabilitas dan kekuatan secara simultan, sehingga kemampuan sendi bahu dalam mengontrol beban mekanik menjadi lebih optimal. Kondisi tersebut berdampak langsung pada penurunan risiko cedera yang lebih signifikan pada atlet bola voli.

4. Analisis Risiko Cedera Bahu

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan skor *range of motion* (ROM) (semakin kecil jarak) mengindikasikan peningkatan fleksibilitas, berkurangnya kompensasi gerak, serta menurunnya risiko cedera bahu pada atlet bola voli. Kondisi ini mencerminkan perbaikan fungsi sendi yang lebih efisien dalam menerima dan mengontrol beban mekanik selama aktivitas olahraga.

Jeroen Windt (2021:45) menyatakan bahwa "*injury risk is a result of the interaction between load and capacity over time*". Pernyataan ini menunjukkan bahwa penurunan risiko cedera terjadi ketika kapasitas fungsional tubuh meningkat dan mampu mengimbangi beban latihan.

Faktor utama yang berkontribusi terhadap penurunan risiko cedera dalam penelitian ini meliputi peningkatan stabilitas bahu, keseimbangan kekuatan otot, serta optimalisasi lingkup gerak sendi. Ketiga komponen tersebut bekerja secara sinergis dalam meningkatkan kontrol gerak dan distribusi beban, sehingga potensi terjadinya cedera bahu dapat diminimalkan secara signifikan.

5. Implikasi Terapi Preventif dan Rehabilitasi Fungsional Bahu Atlet Bola Voli

Pembahasan hasil penelitian mengindikasikan bahwa penurunan risiko cedera bahu tidak hanya dipengaruhi oleh kapasitas kekuatan dan stabilitas fisik semata, melainkan juga didorong oleh peranan terapi preventif. Penerapan *myofascial release* dan terapi *taping* terbukti memfasilitasi proses pemulihan matriks otot pasca-pembebanan *plyometric upper body*. Kondisi ini mencegah akumulasi asam laktat berlebih serta menekan ketegangan fascia *pectoralis major* yang memicu kompensasi postur *protracted shoulder*. Sebagaimana ditegaskan oleh Marques et al. (2024:102), "aplikasi terapi manual secara teratur meningkatkan laju vaskularisasi jaringan tendon *rotator cuff*, sehingga mempercepat regenerasi selular dan menekan risiko kelelahan kronis". Sinkronisasi pemulihan jaringan ini memaksimalkan keluaran daya ledak otot atlet bola voli.

Implikasi praktis bagi sains kepelatihan menunjukkan pentingnya pengintegrasian modalitas terapi rehabilitatif fungsional ke dalam siklus periodisasi latihan harian. Pelatih tidak dapat mengejar peningkatan *smash velocity* tanpa memperhatikan kesehatan artikular glenohumeral atlet. Pemberian

terapi manipulasi ringan dan teknik penyangga *kinesiology taping* terbukti menjadi bantalan pelindung (*protective buffer*) saat atlet mengalami kelelahan fisiologis di akhir set pertandingan. Kajian dari Sheppard et al. (2023:145) menyimpulkan bahwa "sinergi antara program pengondisian fisik spesifik dan protokol terapi preventif merupakan skema paling komprehensif dalam memperpanjang usia produktif atlet bola voli elit". Kesadaran akan pentingnya terapi preventif ini mentransformasi pola kepelatihan tradisional menuju paradigma *evidence-based sports practice*.