

**LAPORAN PENELITIAN BERBASIS KEAHLIAN FIK UNY
TAHUN ANGGARAN 2014**

JUDUL :

**PENGARUH *COMPLEX TRAINING MANIPULATION*
TERHADAP PENINGKATAN *POWER* OTOT TUNGKAI
PADA MAHASISWA PRODI PKO FIK UNY**



Oleh :

**MANSUR, MS
Dr. SISWANTOYO**

**PENELITIAN INI DIBIYAI DENGAN ANGGARAN DIPA UNY TAHUN 2014
SK DEKAN NOMOR: 137 TAHUN 2014, TANGGAL 19 MEI 2014
NOMOR PERJANJIAN: 532.7/UN 34.16 /PL/2014, TANGGAL 19 MEI 2014**

**FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
OKTOBER 2014**

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN BERBASIS KEAHLIAN FIK UNY

1. Judul Penelitian : **Pengaruh *complex training manipulation* terhadap peningkatan *power otot tungkai* pada Mahasiswa Prodi PKO FIK UNY**
2. Ketua Peneliti :
- a. Nama lengkap : Mansur,MS
- b. Jabatan/Pangkat/Golongan : Lektor/Penata tkl/III/C
- c. Jurusan : PKL
- d. Alamat surat : Jl. Kolombo No 1 Yogyakarta
- e. Telepon rumah/kantor/HP : 08122702567
- f. Faksimili : 0274513092
- g. e-mail : mansur@yahoo.com
3. Bidang Keilmuan/Penelitian : Ilmu Kepeleatihan Kondisi fisik
4. Skim penelitian : Fakultas

5. Mahasiswa yang terlibat :

No	Nama	N I M	Prodi
1.	ARMITHA RIAN SEPTIANA	10602241020	PKO
2.	NURI WAHTU	10602241023	PKO
3.			

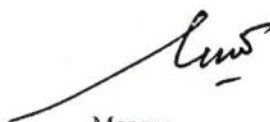
6. Lokasi Penelitian : D.I.Yogyakarta
7. Waktu Penelitian : 5 bulan
8. Dana yang diusulkan : 7.500.000,00
- Yogyakarta, 27 Oktober 2014

Mengetahui,
Ketua Jurusan,



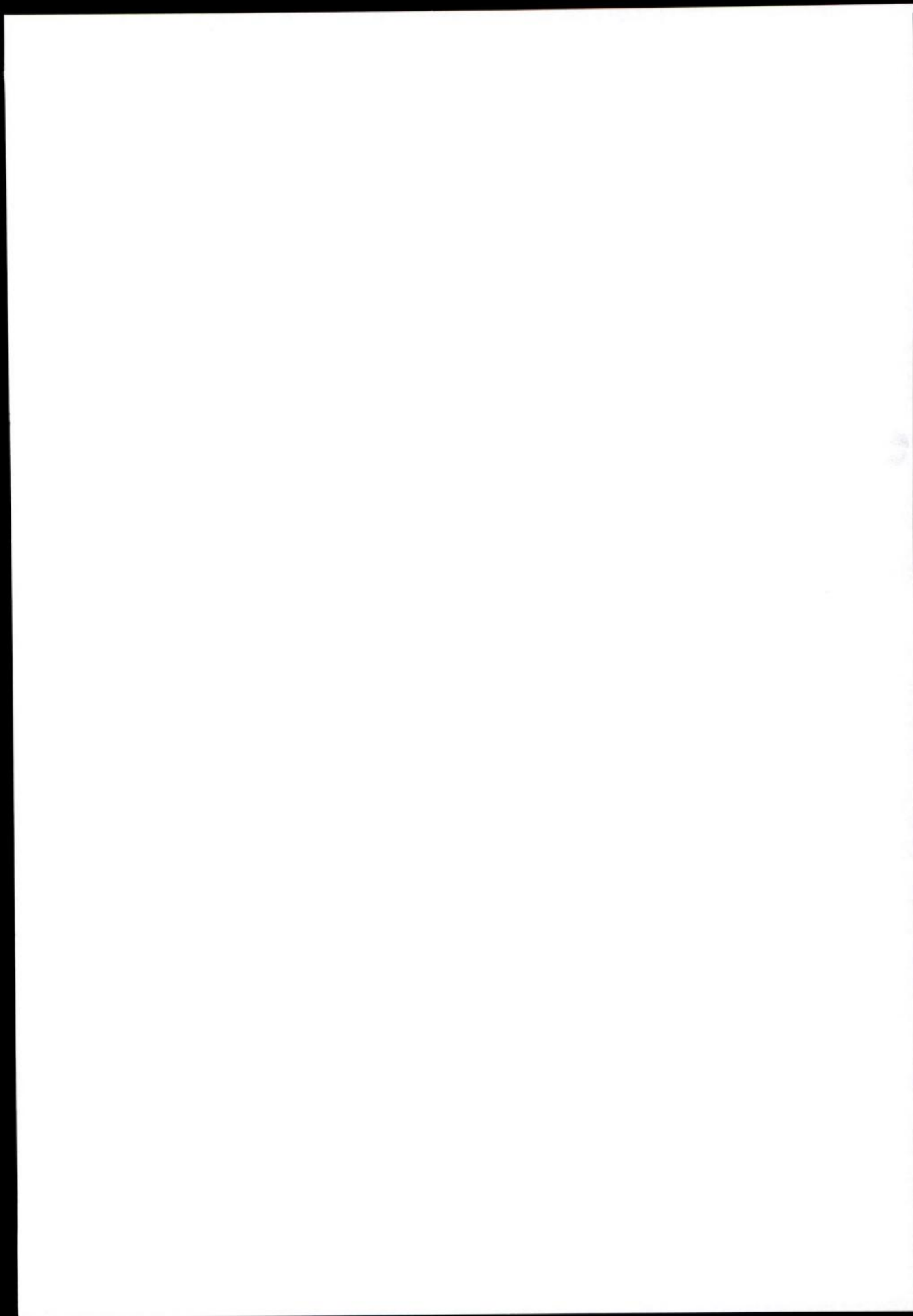
Endang Rini Sukamti,MS
NIP. 19600407 198601 2 001

Ketua Tim Peneliti



Mansur
NIP 19570519 198502 1 001





Pengaruh *complex training manipulation* terhadap peningkatan *power* otot tungkai

Oleh:

Mansur., Siswantoyo

Prodi Pendidikan Kepelatihan Olahraga, FIK UNY

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan pengaruh latihan *complex training manipulation* terhadap peningkatan *power* otot tungkai pada non atlet usia 18-20 tahun. Penelitian ini termasuk dalam penelitian eksperimen semu. Rancangan penelitian dengan menggunakan *pretest posttest control group design*. Populasi penelitian adalah mahasiswa baru prodi pko tahun 2013. Sampel diambil dengan menggunakan rumus isaac and michael dengan taraf signifikansi 5 %. Instrumen untuk mengukur *power* tungkai menggunakan *vertical jump digital*. Data dianalisis dengan menggunakan uji t, yang sebelumnya dilakukan uji normalitas dan homogenitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa data yang diperoleh setelah dilakukan analisis uji normalitas diperoleh $p > 0,05$ (normal) dan homogen. Hasil analisis uji t diperoleh terdapat perbedaan antara kelompok perlakuan dan kontrol dengan signifikansi $0,003 > 0,05$. Disamping itu juga pada kelompok perlakuan terdapat peningkatan rata-rata sebesar 1,3, sedangkan kelompok kontrol terjadi penurunan *power* tungkai sebesar 3,1 cm. Disimpulkan bahwa PCT dapat dijadikan alternatif model untuk meningkatkan *power* tungkai atlet.

Kata kunci: pengaruh, *complex training*, *manipulation*, *power*.

DAFTAR ISI

Halaman Sampul	i
Halaman Pengesahan	ii
Abstrak	iii
Daftar isi	iv
BAB I Pendahuluan	
a. Latar Belakang Masalah	1
b. Perumusan Masalah	8
c. Tujuan Penelitian	8
d. Tujuan	8
e. Manfaat	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA	10
A. kajian Teori	
B. Hasil Penelitian Yang Relevan	
C. Kerangka Berfikir	
D. Hipotesis Penelitian	73
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Jenis penelitian	74
B. Populasi dan sample penelitian	74
C. Instrumen Penelitian	74
D. Analisis Data	75
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	76
B. Pembahasan	78
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	81
B. Implikasi	81
C. Keterbatasan penelitian	81
D. Saran	82
Daftar Pustaka	83
Lampiran-lampiran	84

BAB I.

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Semua orang menginginkan kondisi fisik prima agar senantiasa dapat menjalankan tugas tanpa ada gangguan, terutama bagi yang membutuhkan pekerjaan berat. Heyward, V.H. (1984: 4) menyatakan bahwa individu yang bugar akan mampu bekerja keras, melakukan kegiatan rekreasi dan aktivitas sehari-hari tanpa mengalami kelelahan. Demikian hal dengan Costill, DL (1970) dalam riset yang dilakukan di *Ball State University* 1960 menegaskan pentingnya kebugaran kardiorespirasi untuk optimalisasi kinerja daya tahan. Pekerjaan yang menggunakan otot besar dan berlangsung lama sangat membutuhkan kondisi fisik prima. Mangi R. et. al. (1987: 11) mengemukakan bahwa individu dikatakan bugar apabila mampu menampilkan unjuk kerja dengan usaha minimal.

Untuk mencapai prestasi tinggi dalam olahraga kompetitif, seorang atlet sangat membutuhkan kondisi fisik prima sesuai dengan kebutuhan dan tuntutan cabang olahraga. Kondisi fisik prima harus menjadi kebutuhan setiap atlet, terutama untuk cabang olahraga yang menuntut kinerja berat berdurasi lama. Banyak keuntungan yang diperoleh dari kondisi fisik prima yaitu relatif mudah dalam menguasai ketrampilan kompleks, mengurangi risiko cedera, mempertahankan kinerja fisik, mempercepat pemulihan pasca latihan dan meningkatkan rasa percaya diri atlet. Dalam pelatihan olahraga sistem biologis dan jaringan dikondisikan dengan menerapkan meningkatkan tuntutan fisik. Dengan pelatihan yang tepat jaringan mengalami adaptasi, namun stimulasi yang tidak tepat dapat mengakibatkan cedera.

Kondisi fisik merupakan unsur penting dan menjadi dasar dalam pengembangan teknik, taktik, strategi dan pengembangan mental. Herring S.A. et al. (2000), menyatakan bahwa tujuan latihan kondisi fisik adalah untuk mengoptimalkan kinerja atlet dan meminimalkan risiko cedera dan penyakit. Status kondisi fisik dapat mencapai titik optimal jika dimulai latihan sejak usia dini, dilakukan secara terus-menerus sepanjang tahun, berjenjang dan berpedoman pada prinsip-prinsip latihan secara benar. Di samping itu, pengembangan kondisi fisik harus direncanakan secara periodik berdasarkan tahapan latihan, status kondisi fisik atlet, cabang olahraga, gizi, fasilitas, alat, lingkungan dan status kesehatan atlet.

Perkembangan prestasi olahraga di negara-negara yang sudah maju tidak terlepas dari proses latihan fisik yang di mulai sejak usia dini. Rudi Hartono, Liem Swie King, Icuk Sugiarto, Susi Susanti, Muhammad Ahsan, Hendra Setiawan, Tontowi Ahmad, Liliyana Natsir dan beberapa atlet terkemuka di Indonesia dilatarbelakangi *track record* latihan yang bagus, hal ini sesuai penelitian Bompa; (1999: 80) bahwa 20 atlet top dunia rata-rata latihan lebih dari 1000 jam pertahun. Hal tersebut membuktikan bahwa prestasi tinggi harus dilandasi dengan kondisi fisik yang prima. Adapun atlet dikatakan mempunyai komponen kondisi fisik prima, apabila mempunyai kemampuan melakukan siklus latihan dan serentetan pertandingan dengan intensitas tinggi tanpa menimbulkan kelelahan yang berarti.

Parameter kondisi fisik dapat dilihat pada kualitas komponen kondisi fisik atlet seperti kekuatan, daya tahan aerob, daya tahan anaerob, kecepatan, *power*, *agility*, *flexibility*, koordinasi dan keseimbangan. Tanpa didukung oleh kondisi fisik prima pencapaian prestasi puncak akan mengalami banyak kendala. Salah satunya atlet tidak mampu mempertahankan unjuk kerja dalam waktu relatif lama.

Kemampuan mempertahankan kualitas kinerja atlet sangat dibutuhkan untuk mencapai kemenangan, terutama pada *single* atau *multi event* yang menuntut jumlah pertandingan banyak dengan interval istirahat relatif singkat.

Dari pengalaman para atlet yang berprestasi tinggi, menunjukkan bahwa atlet berusaha secara konsisten untuk mengembangkan kondisi fisik sampai pada tingkat *excellent* (Astrand:1960: 169). Hawley. Et al, (1997) menyatakan bahwa untuk atlet yang berkompetisi dalam *endurance event* minimal membutuhkan daya tahan aerobik maksimal (VO_2 mak) 70 ml/kg BB/ mn. Astrand and Rodahl (1986) menyatakan bahwa VO_2 mak merupakan satu indikator terbaik kapasitas kardiorespirasi seseorang.

Latihan fisik menjadi bagian yang sangat penting dalam kehidupan atlet, terutama cabang olahraga yang mempertahankan kinerja. Daya tahan aerobik menjadi pondasi dalam pengembangan daya tahan anaerobik. Pondasi merupakan struktur dasar yang harus dipenuhi untuk pengembangan pada tingkat tinggi. Jika struktur tersebut lemah, maka akan berpengaruh terhadap pengembangan fase berikutnya. Tinggi rendahnya daya tahan aerobik (VO_2 mak) akan menentukan prestasi puncak atlet pada masa mendatang.

Event olahraga terkini menunjukkan perkembangan kinerja yang cukup fantastis, didukung persyaratan antropometri dan kondisi fisik sangat bagus. Profil atlet kelas *Leonel Marshal* (bolavoli Cuba) mengindikasikan atlet ideal yakni: dengan tinggi badan 189 cm, berat badan 85 kg dan *record vertical jump* 150 cm. *Marshal* akan dengan mudah melakukan *spike* dari jarak relatif jauh *net* karena ketinggian raihan mencapai 400 cm. Hal tersebut beranjak dari asumsi bahwa raihan satu tangan dalam posisi berdiri setinggi 250 cm ditambah *vertical jump* 150 cm (400 cm).

Disamping persyaratan tinggi badan, *Leonal Marshall* juga punya talenta serabut otot cepat lebih dominan, hal ini bisa ditunjukkan dengan kemampuan adaptasi latihan yang sangat bagus sehingga mampu mencapai *vertical jump* setinggi 150 cm.

Dari data final piala Asia tahun 2007, pemain bolavoli Indonesia rerata Tinggi Badan (TB) relative pendek, (<http://www.antaranews.com/berita/74999/bolavoli--indonesia-tim-dengan-atlet-terpendek-di-antara-unggulan>) berada di bawah rerata pemain-pemain bolavoli Korea, Jepang dan China. Untuk bisa mengimbangi bahkan mengalahkan pemain Negara tersebut salah satunya dengan meningkatkan tinggi lompatan seperti yang dilakukan *Leonal Marshal*. Berkenaan dengan hal tersebut perlu inovasi dalam upaya menciptakan metode latihan yang dapat meningkatkan tinggi lompatan sehingga kekurangan tinggi badan (TB) akan bisa teratasi.

Laporan hasil tes fisik pada atlet Pelatnas menunjukkan kondisi yang memprihatinkan, sebagian besar belum memenuhi standar VO_2 mak atlet, dengan rerata 49 ml/kg BB/mn (Jim T :2006). Demikian juga pada tes fisik atlet Puslatda Pra PON tahun 2011 KONI DIY menunjukkan tingkat rerata 45 ml/kg BB/mn (Binpres KONI DIY, 2011). Ada beberapa sebab rendahnya kondisi fisik atlet antara lain adanya *image* bahwa daya tahan aerobik (VO_2 mak) bukan kondisi fisik utama sehingga perhatian terhadap pengembangan komponen tersebut relatif rendah. Di samping itu pengembangan daya tahan aerobik selalu dikaitkan dengan latihan kontinyu, seperti fartlek dan *cross country*. Gerak kontinyu yang berulang-ulang dalam waktu yang relatif lama dirasa kurang menarik dan sangat membosankan dibanding dengan bentuk-bentuk latihan teknik sehingga metode latihan kontinyu banyak dihindari para atlet. VO_2 mak merupakan komponen dasar yang sangat

penting untuk pengembangan komponen yang lain, seperti *agility*, *power* dan ketahanan anaerobik. Lemahnya daya tahan aerobik akan menjadi penghalang pada pengembangan ketahanan anaerobik. Sementara *system energy* dominan dalam olahraga kompetitif sebagian besar adalah anaerobik, meliputi gerak ke depan, ke belakang, ke samping dilakukan dengan kecepatan tinggi (*agility*), melompat dengan tenaga penuh (*power*), diulang-ulang dalam jumlah banyak (*power endurance*) dan dipertahankan dalam waktu yang relatif lama (daya tahan anaerobik). Pengembangan metode latihan yang lebih menarik menjadi tantangan para pelatih cabang olahraga sehingga bisa menstimulasi perkembangan daya tahan aerobik sampai pada level kebutuhan minimum dan lebih penting lagi adalah pengembangan *power*, *agility*, *speed* dan daya tahan anaerobik.

Adaptasi fungsional otot telah didokumentasikan dengan baik oleh peneliti sebelumnya, begitu juga strategi/ metode pengembangan kualitas otot telah dipublikasikan melalui berbagai laporan dengan jenis kegiatan olahraga yang berbeda. Pengaruh latihan tergantung pada intensitas dan volume latihan. Kegagalan untuk memenuhi nilai ambang batas minimal dapat mengakibatkan kurangnya efek latihan, sementara terlalu berat dapat menyebabkan *overttraining* dan berpengaruh negatif terhadap kondisi fisik atlet. Osteras dan Hoff (2005: 377) menyatakan bahwa adaptasi latihan sangat bervariasi tergantung pada banyak faktor seperti status kondisi fisik awal dan intensitas latihan. Dalam hal ini atlet kurang terlatih relatif lebih mudah meningkat/ adaptasi positif ketika mendapat perlakuan latihan (Thomas and Nelson., 1996:355), sebaliknya atlet terlatih dibutuhkan usaha luar biasa untuk mendapatkan pengaruh sebagaimana atlet kurang terlatih yaitu dengan memodifikasi intensitas, frekwensi, volume, *recovery* dan densitas latihan.

Latihan adalah aktivitas atau kegiatan yang terdiri dari berbagai bentuk sikap dan gerak, terarah, berulang-ulang, dengan beban yang kian bertambah guna memperbaiki efisiensi kemampuan. Menurut Bompa (1993: 1) latihan merupakan proses pengulangan yang sistematis, progresif, dengan tujuan akhir memperbaiki prestasi olahraga. Kunci utama dalam memperbaiki prestasi olahraga adalah sistem latihan yang terorganisir secara sistematis. Program latihan harus mengikuti konsep periodisasi, disusun dan direncanakan secara sistematis berdasarkan kebutuhan cabang olahraga agar sistem otot dan sistem energi mampu beradaptasi terhadap kekhususan cabang olahraga.

Lemahnya kondisi fisik atlet nasional sudah sampai pada tingkat yang kronis, hal ini mungkin juga disebabkan oleh lemahnya kualitas pelatih dalam merancang program latihan pengembangan kondisi fisik. Akibatnya prestasi atlet pada tingkat senior mengalami stagnasi. Dalam ranah olahraga kompetitif pencarian terhadap efektivitas metode tidak pernah berakhir, ilmuwan, pelatih, atlet dan *trainer* terus bereksperimen dengan mengkombinasikan latihan pliometrik, latihan beban dan latihan interval intensitas tinggi secara serentak dengan maksud untuk pengembangan kondisi fisik lebih maksimum.

Complex training adalah salah satu bentuk latihan intensitas tinggi yang menggabungkan antara latihan kekuatan maksimal dengan latihan kekuatan eksplosif, sehingga hasil pelatihannya akan mampu meningkatkan komponen power dan *strength* atlet (Word, 2009). *Complex training* adalah metode latihan yang bertujuan untuk meningkatkan kondisi fisik atlet dengan cara melakukan latihan kekuatan intensitas tinggi diikuti (transfer) ke latihan pliometrik. Secara biomekanik harus ada kemiripan keterlibatan otot dan sendi antara *complex training* dengan pliometrik.

Contoh latihan *squat* 3-6 RM diikuti latihan *knee tuck jump* 8-12 repetisi dan latihan *bench press* 2-5 RM diikuti latihan *clap push up* 8 repetisi (Mackenzie., 2000 dan Brandom., 1999).

Teori yang diusulkan mendasari *complex training* adalah mengambil keuntungan dari potensial *post-activation*, yaitu salah satu latihan sistem neuromuskuler khusus untuk memaksimalkan power, pembangunan kekuatan dan memaksimalkan keterlibatan serat otot tercepat. Menurut Ebben (2002: 42) latihan beban intensitas tinggi meningkatkan rangsangan syaraf motorik dan potensi refleks yang dapat menciptakan kondisi pelatihan optimal pada tahap latihan pliometrik berikutnya. Juga, kelelahan yang berhubungan dengan latihan beban intensitas tinggi dapat memaksa motor unit lebih banyak direkrut selama fase pliometrik, sehingga meningkatkan kualitas kontraksi otot.

Modifikasi *complex training* dengan memvariasikan latihan beban sistem piramida repetisi menurun dari 8 *Repetition Maximum* (8 RM), 6 *Repetition Maximum* (6 RM) dan 4 *Repetition Maximum* (4 RM) dengan intensitas *ascending* belum banyak dilakukan penelitian. Sebagian besar peneliti sebelumnya banyak meneliti *complex training* menggunakan resistensi eksternal intensitas tinggi (1-3 RM). Demikian juga dengan pliometrik, belum banyak penelitian yang membandingkan modifikasi latihan pliometrik dengan sistem piramida (pliometrik berjenjang meningkat) dan sistem *square* (pliometrik konstan). Disamping itu sebagian besar penelitian *complex training* dikenakan pada kelompok atlet terlatih. Penelitian *complex training* pada sampel atlet kurang terlatih masih belum banyak dilakukan. Dalam hal ini, mahasiswa jurusan kepelatihan olahraga Fakultas Ilmu Keolahragaan (FIK)

Yogyakarta sebagian besar adalah non atlet sehingga sangat memungkinkan untuk dijadikan subyek penelian.

Modifikasi bentuk-bentuk latihan eksplosif seperti *jump up and down, side-jump, knee tuck jump, single leg jump* dan *box jump* baik yang dilakukan dengan cara *jumping* normal maupun *twist* akan menjadi kajian utama dalam penelitian ini.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dan kebaruan hasil penelitian yang diharapkan dalam penelitian ini, maka disusun rumusan masalah sebagai berikut: Seberapa besarkah pengaruh pelatihan *Piramida Complex Training (PCT)* dan *Square Complex Training (SCT)* terhadap power otot tungkai?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah untuk menetapkan model latihan yang paling efektif dalam memperbaiki *agility, power, speed* dan daya tahan aerobik (VO_2 mak) dengan cara:

1. Mengkaji seberapa besar pengaruh pelatihan *PCT* dan *SCT* terhadap power otot tungkai.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat teoritis

Penelitian tentang pengaruh pelatihan *PCT* dan *SCT* ini secara teoritis dapat bermanfaat sebagai berikut:

- a. Pengembangan keilmuan dengan paradigma ilmu kepelatihan olahraga yang berkonsep fisiologi olahraga.

- b. Memberikan solusi terhadap kontroversi tentang metode pelatihan fisik yang lebih efektif antara PCT dan SCT terhadap peningkatan *power, agility, speed* dan VO_2 mak.
- c. Sebagai referensi bagi para peneliti di masa yang akan datang, terutama untuk mengembangkan penelitian sejenis secara lebih mendalam.

2. Manfaat praktis

- a. Manipulasi *Complex Training* dalam bentuk pelatihan PCT dan SCT dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan prestasi atlet menengah sampai elit diberbagai cabang olahraga, utamanya pada cabang olahraga yang membutuhkan *power, agility, speed* dan VO_2 mak.
- b. Manipulasi *Complex Training* dalam bentuk pelatihan PCT dan SCT dapat dimanfaatkan untuk *maintenance agility, power, speed* dan VO_2 mak atlet elit *sport performance power*.
- c. Manipulasi *Complex Training* dalam bentuk pelatihan PCT dan SCT menjadi metode andalan untuk *maintenance* dan meningkatkan prestasi atlet elit cabang olahraga basket dan bola voli.
- d. Manipulasi *Complex Training* dalam bentuk pelatihan PCT dan SCT dapat digunakan sebagai salah satu alternatif untuk meningkatkan kondisi fisik atlet elit ketika terjadi stagnasi prestasi.
- e. Memberikan wacana yang lebih luas tentang manfaat pelatihan PCT dan SCT kepada praktisi olahraga.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

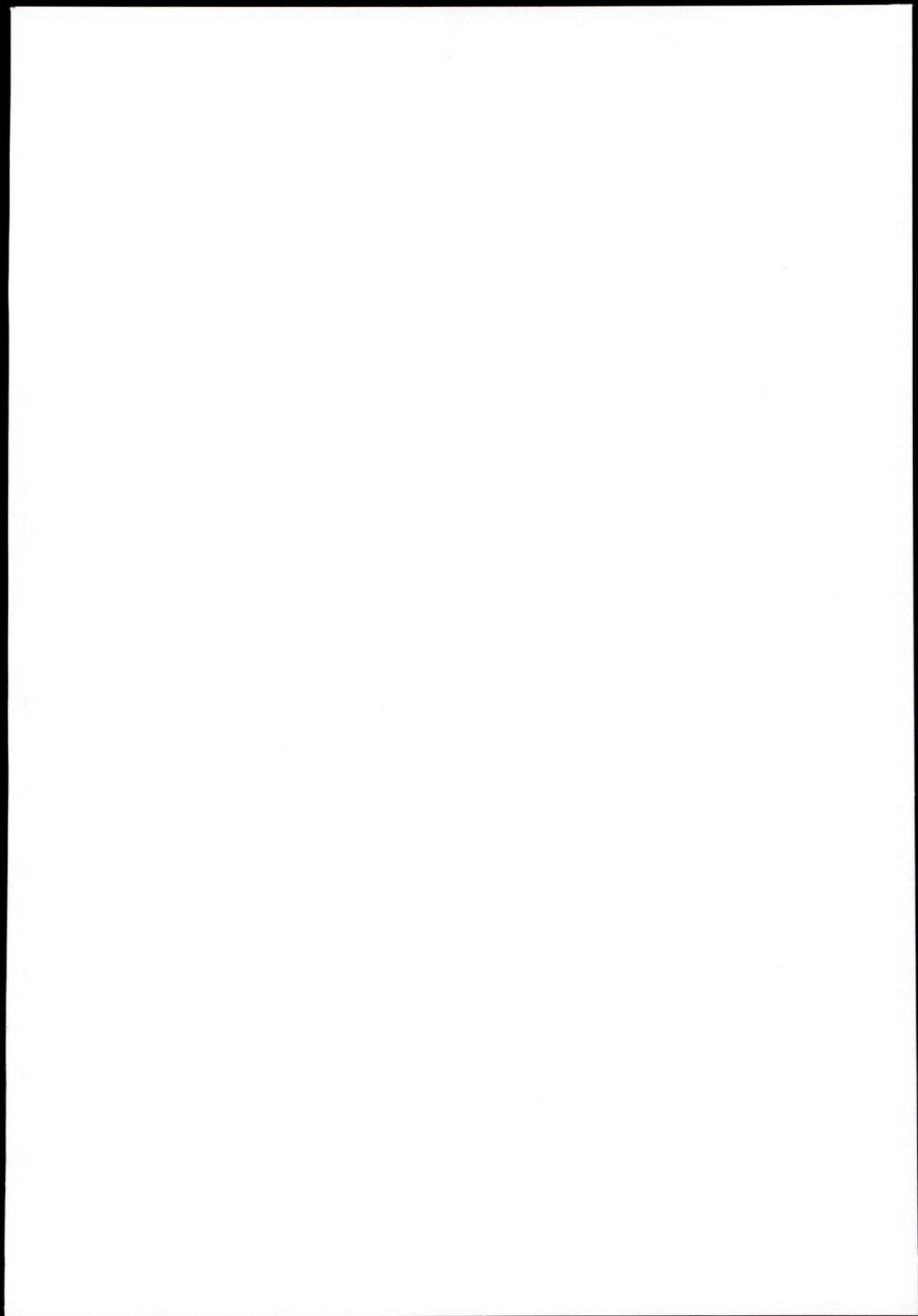
A. Kajian Teori

Kajian pustaka berupa studi literatur dan telaah hasil penelitian terdahulu yang diperlukan untuk membangun kerangka teori dalam penelitian ini meliputi: (1) *complex training*, (2) komponen kondisi fisik, (3) pelatihan *complex training* (4) pengaruh pelatihan *complex training*.

1. *Complex training*

Pengamatan, publikasi, seminar, dan presentasi konferensi menunjukkan bahwa *complex training* adalah area yang menarik bagi para profesional pembinaan kondisi fisik. Secara empiris para profesional telah merespon positif untuk penerapan *complex training*. Metode tersebut adalah cara yang efisien untuk menerapkan latihan beban dan latihan pliometrik dilakukan dalam sesi yang sama di tempat yang sama. Selain itu, beberapa penelitian menunjukkan bahwa *complex training* setidaknya sama berpengaruh, dan dalam beberapa kasus lebih unggul, bila dibandingkan dengan bentuk-bentuk latihan lain dalam pengembangan power (Ebben, W.P:2002:45).

Complex training menggabungkan latihan beban berat dan latihan pliometrik dalam sesi latihan yang sama. Pelatihan ini dapat memberikan manfaat kinerja yang lebih besar daripada pendekatan tradisional (hanya latihan pliometrik atau latihan beban). Teknik pelatihan ini relating baru dan cocok untuk individu yang sangat terlatih dan sangat kuat (Ebben,W.P:2002). Seperti pelatihan pliometrik, kesesuaian individu untuk jenis latihan lanjutan



harus ditentukan setelah analisis kebutuhan. Pedoman untuk menghindari cedera di kedua pelatihan pliometrik dan latihan resistensi berat harus diikuti.

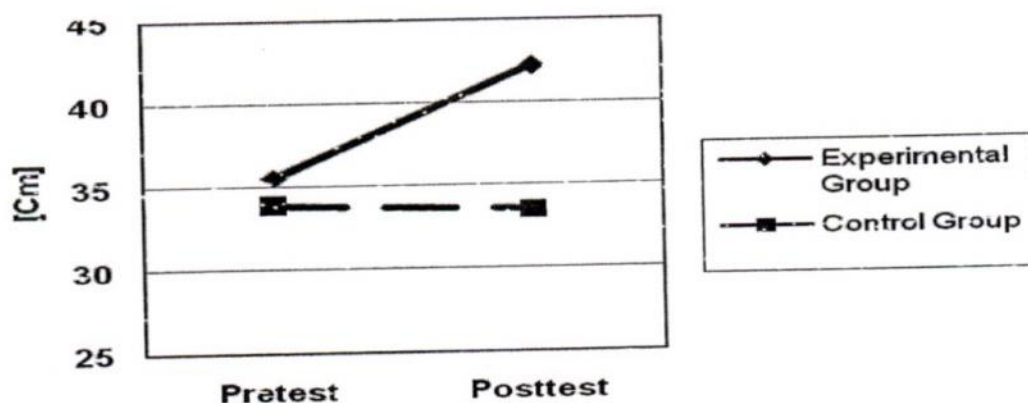
Seperti telah diketahui bahwa pengaruh pelatihan pliometrik telah didukung oleh penelitian. Complex training telah memperoleh popularitas sebagai strategi pelatihan mengkombinasikan latihan beban dan pliometrik. Laporan terkini merekomendasikan bahwa pelatihan tersebut dalam rangka meningkatkan kekuatan otot dan power, Ebben. W. P. (2002:42). Kombinasi latihan pliometrik dan latihan beban dianggap berguna untuk mengembangkan power dalam olahraga. Lebih khusus, complex training adalah metode latihan fisik yang menggabungkan antara latihan beban berat dan latihan pliometrik, gabungan kedua jenis latihan tersebut mempunyai kemiripan secara biomekanika. Contoh dari complex training adalah mencakup serangkaian latihan beban berat squats diikuti oleh satu set squat jump. **Beberapa** sumber yang telah menggambarkan penerapan complex training adalah : Chu, 1998; Ebben dan Blackard, 1998; Fleck dan Kontor, 1986; Reddin, 1999; Roque, 1999).

Hasil penelitian Ioannis G.F. et al. (2000) menunjukkan bahwa latihan pliometrik, latihan beban, dan gabungan latihan beban dengan pliometrik mempunyai pengaruh signifikan ($p < 0,05$) terhadap perbaikan dalam semua variabel yang diuji. Namun, kelompok pelatihan kombinasi (gabungan latihan pliometrik dan latihan beban) menghasilkan perbaikan kinerja melompat vertikal dan kekuatan kaki lebih signifikan daripada perbaikan dalam 2 kelompok lain. Implikasi penelitian tersebut memberikan dukungan agar

menggunakan kombinasi latihan angkat besi *Olympic-style* dan latihan pliometrik untuk meningkatkan kemampuan melompat vertikal dan *power*.

Kombinasi pelatihan pliometrik dan latihan beban dianggap berguna untuk mengembangkan *power* dalam olahraga, Ebben (2002:42). Sebelumnya, Ebben dan Watts (1998) meninjau literatur *complex training* dan menggambarkan pengaruh aktivitas penggabungan latihan beban dan pliometrik. Para penulis memberi saran untuk merancang pengembangan program *complex training* dan Ebben. W. P. (2002) menganjurkan penelitian lebih lanjut untuk menilai potensi pengaruh *complex training*. Sekalipun (Vossen et al, 2000; Potteiger et al.,1999 dan McLaughlin, 2001) telah membuktikan melalui penelitiannya bahwa kombinasi latihan beban berat dan pliometrik adalah lebih efektif dalam meningkatkan *power*.

Adibpour, dkk., (2012) melakukan penelitian tentang gabungan latihan beban dan latihan pliometrik terhadap prestasi melompat vertikal. Hasilnya menunjukkan bahwa kombinasi latihan beban dan pliometrik lebih meningkatkan *power* dari pada kelompok kontrol (Gambar 2-2).



Gambar 2-1. Melompat vertikal (cm) dalam pretest dan posttest dari kelompok eksperimen dan control (Adibpour, dkk., 2012)

Pendapat yang sama juga disampaikan dalam tinjauan Eben, (2002). Adibpour, dkk., (2012) dalam rangka meningkatkan lompatan vertikal, harus memberikan

perhatian khusus terhadap faktor power yang merupakan salah satu faktor kebugaran fisik. Power didefinisikan sebagai produk dari kekuatan dan kecepatan. Berkenaan dengan itu pengembangannya membutuhkan kekuatan tinggi dan kecepatan tinggi.

Tabel 2-1. Contoh *Complex Training* pada tahap Persiapan Umum

<i>Exercise</i>	<i>Reps</i>	<i>Rest/Set</i>
<i>sprints</i>	$3 \times 12RM$	<i>60 seconds</i>
<i>bench Press</i>	$3 \times 12RM$	<i>60 seconds</i>
<i>heel Lunge</i>	$3 \times 12RM$	<i>60 seconds</i>
<i>Pull down</i>	$3 \times 12RM$	<i>60 seconds</i>
<i>supinal crunches</i>	3×20	<i>60 seconds</i>
<i>3 minutes rest</i>		
<i>vertical Jumps</i>	3×10	<i>90 seconds</i>
<i>medicine ball chest pass</i>	3×10	<i>90 seconds</i>
<i>Drop Jumps</i>	3×10	<i>90 seconds</i>
<i>medicine ball overhead pass</i>	3×10	<i>90 seconds</i>
<i>medicine ball sit up and throw</i>	3×10	<i>90 seconds</i>

Diedit dari: Mackenzie B. 2000 dan Brandom, R. 1999

Tabel 2-2. Contoh *Complex Training* pada Tahap Persiapan Khusus

<i>Exercise</i>	<i>Reps</i>	<i>Rest/Exercise</i>
<i>sprints</i>	$3 \times 6 (12RM)$	<i>3 minutes</i>
<i>Drop Jumps</i>	3×6	
<i>bell step ups</i>	$3 \times 6 (12RM)$	<i>3 minutes</i>

	<i>Hops (each leg)</i>	3×5	
ch	<i>Press</i>	3×6 (12RM)	3 minutes
	<i>Pliometrik press up</i>	3×5	
ell	<i>Lunge</i>	3×6 (12RM)	3 minutes
	<i>Box Jumps</i>	3×10	

Diedit dari: Mackenzie B. 2000 dan Brandom, R. 1999

Tabel 2-3 Contoh *Complex Training* Pada Tahap Kompetisi

	<i>Exercise</i>	<i>Reps</i>	<i>Rest/Exercise</i>
ts		2×4 (8RM)	5 minutes
	<i>Hops (each leg)</i>	2×6	
ch	<i>Press</i>	2×4 (8RM)	5 minutes
	<i>Plyo press up</i>	2×5	
ell	<i>Lunge</i>	2×4 (8RM)	5 minutes
	<i>Speed bounds</i>	2×10	

Diedit dari: Mackenzie B. 2000 dan Brandom, R. 1999

Penelitian yang mirip dilakukan oleh Arabatzi, et all. (2007) bahwa program latihan *Olympic Weight Lifting* (OL), *Pliometrik* (PL), and *Combined Weight Lifting + Pliometrik* (WP) semuanya dapat meningkatkan kinerja *Vertical Jump* (VJ) secara signifikan. Namun, mekanisme untuk perbaikan ini berbeda antara 3 protokol pelatihan. Latihan *Olympic Weight Lifting* (OL) mungkin lebih tepat untuk mencapai perubahan kinerja VJ dan power pada periode prekompetisi. Penekanan pada latihan pliometrik (PL) harus diberikan ketika mendekati periode kompetisi, sedangkan kombinasi latihan OL dan PL dapat digunakan dalam tahap transisi.

Studi Evans, A.K., Hodgkins, T.D., Durham, M.P., Berning, J.M., and Adams, K.J. (2000) menunjukkan bahwa complex training akut, berpengaruh

untuk meningkatkan bagian tubuh atas dan bagian tubuh bawah dan lebih berpengaruh untuk laki-laki (Radcliffe dan Radcliffe, (1999). Prasyarat kekuatan dan intensitas latihan beban (RM) yang digunakan dalam pelatihan mungkin penting dalam memunculkan pengaruh complex training seiaama kondisi pliometrik (Young, W.B., Jenner, A., and Griffiths, K., 1998). Penelitian Evans, A.K., Hodgkins, T.D., Durham, M.P., Berning, J.M., and Adams, K.J. 2000; Radcliffe dan Radcliffe, (1999) juga menunjukkan bahwa tiga sampai empat menit istirahat antara latihan beban dan latihan pliometrik dipandang lebih optimal.

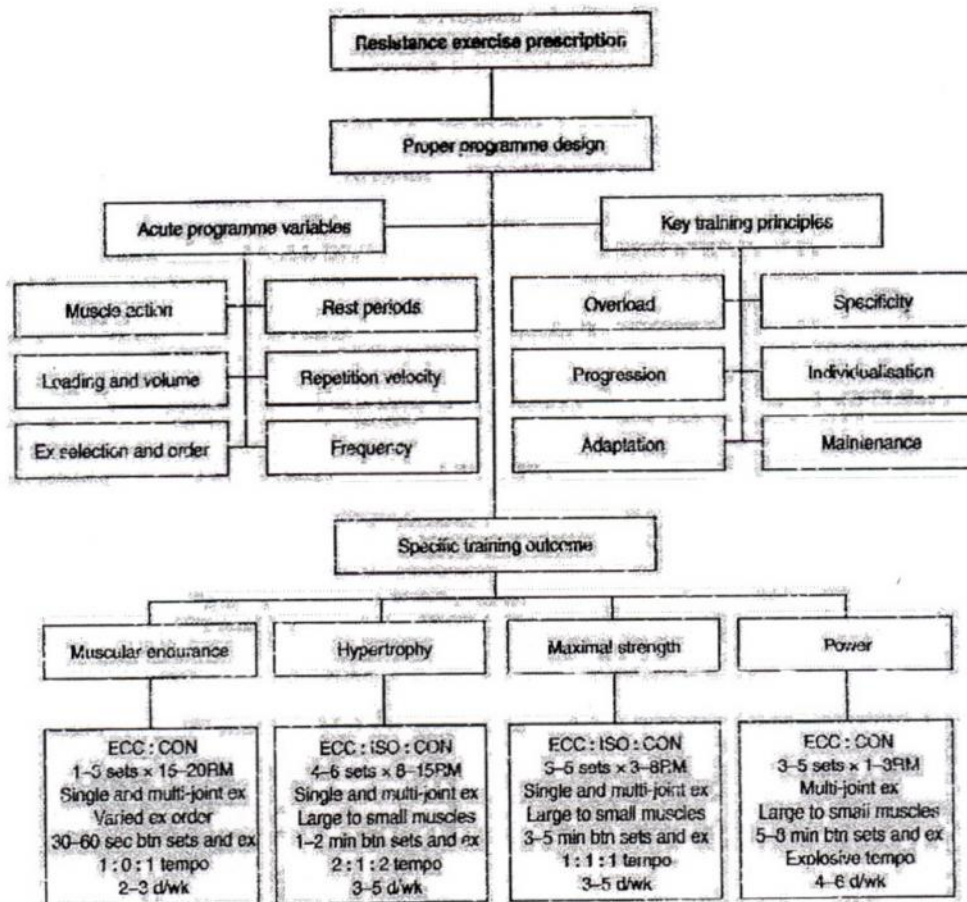
Penelitian jangka pendek (Ronnestad, dkk, 2008) tentang pelatihan kekuatan dan pelatihan pliometrik terhadap sprint dan kinerja melompat pemain sepak bola profesional. Mereka menemukan bahwa latihan kekuatan mengarah peningkatan kekuatan dan power pemain sepak bola profesional. Kotsamanidis (2005) melakukan penelitian tentang pengaruh gabungan program latihan kekuatan intensitas tinggi dan *sprint* terhadap berlari cepat dan kemampuan melompat pemain sepak bola. Mereka menyimpulkan bahwa program gabungan latihan beban dan *sprint* memberikan hasil yang lebih baik daripada pelatihan beban konvensional (Kotzamanidis, dkk, 2005). Demikian juga hasil penelitian Semler, (2011) menunjukkan bahwa program gabungan *squat* dan latihan pliometrik kembali merupakan cara yang efektif untuk meningkatkan kinerja melompat vertikal pada wanita yang tidak terlatih.

Pada prinsipnya *complex training* adalah metode pelatihan yang menggabungkan antara metode pelatihan beban intensitas tinggi dan metode

pelatihan pliometrik. Berkenaan dengan itu kajian pelatihan *complex training* tentu mencakup dua metode pelatihan tersebut, yaitu :

a. Latihan beban

Popularitas pelatihan beban telah berkembang sangat pesat sejak 25 tahun yang lalu, dengan diperlihatkan penelitian yang luas, tidak hanya untuk meningkatkan fungsi neuromuskuler, tetapi juga efektif dalam mempertahankan atau meningkatkan status kesehatan individu (Bird, Tarpenning, and Marino., 2005). Latihan beban adalah metode pelatihan fisik yang didisain untuk mengembangkan kinerja atlet. Program latihan beban dapat dirancang untuk memenuhi kebutuhan pelatihan fisik khusus dari setiap individu, berdasarkan sifat pelatihan olahraga sehingga memungkinkan kontrol terhadap kemajuan program latihan fisik melalui manipulasi volume, intensitas, frekuensi, dan durasi secara tepat. Tujuan pelatihan beban adalah untuk mengembangkan kekuatan maksimal, *power*, daya tahan otot, hipertrofi otot dan memperbaiki komposisi tubuh (Chander & Brown, 2008). Pendapat yang mirip dinyatakan oleh Bird, dkk., (2005) efektivitas program pelatihan beban dirancang untuk mencapai hasil pelatihan khusus, yaitu (daya tahan, hipertrofi, kekuatan maksimal, dan *power* otot) tergantung manipulasi dari variabel program akut, meliputi : (a) aksi otot, (b) pembebanan dan volume, (c) jenis latihan dan *order*/ susunan, (d) waktu istirahat, (e) kecepatan pengulangan/ tempo, dan (f) frekuensi. Gambar 2-1 menunjukkan kerangka disain program latihan beban yang menggabungkan variabel program akut dan prinsip-prinsip pelatihan.



Gambar 2-2. Desain program latihan beban, menggabungkan variabel program akut dan prinsip-prinsip pelatihan (Bird., Tarpenning., & Marino., 2005) btn = bedween. CON = concentric, ECC = eccentric, ex = exercise, ISO = isometric, RM = Repetition maximum.

Ada banyak metode yang berbeda dari pelatihan beban. Salah satu bentuk latihan beban yang telah menarik perhatian adalah latihan beban *superslow* (Nelson, J. & Kravitz, L. 2002). Bukti meningkatnya minat menjadi lebih jelas dengan munculnya referensi internet dan ketersediaan sertifikasi *superslow*. Bentuk pelatihan ini telah disajikan sebagai sarana yang aman dan berpengaruh untuk membangun kekuatan untuk pemula dan atlet *elite* (Westcott, 1999). Pelatihan beban metode *superslow*, berawal dari tahun 1982 oleh Ken Hutchins, dikembangkan dalam studi *osteoporosis* pada wanita yang lebih tua karena kebutuhan untuk memanfaatkan irama dan kecepatan mengangkat lebih aman

bagi subyek yang melakukan latihan beban (Nelson, & Kravitz, 2002). Hasilnya adalah awal dari teknik pelatihan beban baru, yang kemudian dikenal sebagai latihan kekuatan *superslow*.

Dalam standar pelatihan protokol *Nautilus*, dilakukan pengulangan 8-12 kali (Westcott, 1999), setiap repetisi merupakan tindakan konsentrik dua detik, jeda satu detik, diikuti dengan tindakan eksentrik empat detik (Nelson, & Kravitz, 2002). Satu keuntungan pelatihan *superslow* adalah bahwa hal itu melibatkan momentum rendah (Nelson, & Kravitz, 2002), sehingga kekuatan otot lebih merata diterapkan di seluruh rentang gerak. Kerugian potensial dari pelatihan ini adalah bahwa hal itu ditandai sebagai membosankan dan sulit.

Nelson, & Kravitz, (2002) membandingkan pengaruh aktivitas pelatihan *superslow* dengan latihan kekuatan tradisional, beberapa aplikasi yang kuat dapat dipastikan bahwa keduanya menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam kekuatan dari pra dan pasca pengujian (tabel 2-4).

Tabel 2-4. Perbandingan pelatihan beban tradisional dengan *super slow*.

COMPARISON OF SUPER SLOW VERSUS TRADITIONAL STRENGTH TRAINING			
Research	Westcott et al. 2001 1993 study	Westcott et al. 2001 1999 study	Keeler et al. 2001
Subjects	74 previously sedentary men and women; average age 56 years (yr)	73 previously sedentary men and women; average age 53 yr	14 sedentary women; average age 33 yr
Duration	8 weeks (2-3x/week (wk))	10 weeks (2-3x/wk)	10 weeks (3x/wk)
Sets	1 set of 13 exercises	1 set of 13 exercises	1 set of 8 exercises
Group Assignment	Subjects chose a group based on their schedules, but were unaware of the protocol.	Subjects chose a group based on their schedules, but were unaware of the protocol.	Random
Traditional Group	39 subjects (10 males and 29 females)	43 subjects (13 males and 30 females)	8 females
Slow-Speed Group	35 subjects (13 males and 22 females)	30 subjects (10 males and 20 females)	6 females
Slow-Speed Protocol	10 seconds (sec) concentric, 4 sec eccentric, 4-6 reps to momentary muscular fatigue	10 sec concentric, 4 sec eccentric, 4-6 reps to momentary muscular fatigue	10 sec concentric, 5 sec eccentric, 8-12 reps to momentary muscular fatigue
Traditional Protocol	2 sec concentric, pause, 4 sec eccentric, 8-12 reps to momentary muscle fatigue	2 sec concentric, pause, 4 sec eccentric, 8-12 reps to momentary muscle fatigue	2 sec concentric, 4 sec eccentric, 8-12 reps to momentary muscle fatigue
Strength Assessment	At weeks 2 and 8 on 13 exercises; traditional = 10 RM weight load; slow speed = 5 RM weight load	At weeks 2 and 10 for the chest press only; traditional = 10 RM weight load; slow speed = 5 RM weight load	1 RM weight load on 8 exercises for both traditional and slow speed
Initial Resistance	n/a	n/a	Traditional = 80% of 1 RM; slow speed = 50% of 1 RM
Progression	Resistance increased by 5% when rep goal achieved	Resistance increased by 5% when rep goal achieved	Resistance increased by 5% for most exercises, and by 2.5% for leg exercises, when rep goal achieved
Results	Slow-speed group showed more improvement.	Slow-speed group showed more improvement.	Traditional group showed more improvement in total weight lifted for leg press, leg curl, leg extension, torso arm and chest press.
Average Strength Gain	For 13 exercises; slow speed = 26 pounds (lb); traditional = 13 lb	For the chest press; slow speed = 24 lb; traditional = 16 lb	For the chest press; slow speed = 9 lb; traditional = 26 lb

Diadopsi dari (Nelson, & Kravitz, 2002).

Stimulus latihan beban merupakan aspek penting dalam desain pelatihan, oleh karena itu menggabungkan kedua metode (tradisional dan super slow) adalah pilihan yang layak bagi banyak pengguna. Sementara pengguna lainnya mungkin menemukan bahwa metode superslow agak membosankan dan menantang. Disarankan agar pelatih pelatihan beban lebih memperhatikan pentingnya individualistis dalam skema pelatihan beban untuk menjaga motivasi dan tantangan atlet.

Dalam beberapa tahun terakhir, pelatihan resistensi atau latihan beban telah menjadi bentuk latihan yang sangat populer untuk meningkatkan kebugaran fisik, meningkatkan kinerja, mencegah cedera dan meningkatkan ukuran otot. Meskipun studi lebih lanjut diperlukan, diyakini bahwa kinerja angkat beban berat sebelum latihan pliometrik dapat merangsang sistem saraf pusat, yang pada gilirannya memungkinkan daya ledak lebih besar selama latihan berikutnya (Verhoshansky, 1986). Berkaitan dengan itu, Masamoto, Larson, Gates, dan Faigenbaum, (2003) menyatakan bahwa latihan kekuatan beban tinggi dapat meningkatkan rangsangan *motoneuron* dan potensiasi *refleks*, yang dapat menciptakan lingkungan optimal untuk pelatihan pliometrik. Chu, (1996) dan Ebben & Watts, (1998) membenarkan bahwa kelelahan yang terkait dengan latihan satu set beban tinggi sebelum pelatihan pliometrik mungkin memaksa lebih banyak motor unit sehingga lebih banyak serat otot direkrut selama latihan pliometrik. Temuan ini menunjukkan bahwa hanya latihan pliometrik intensitas tinggi yang dapat meningkatkan rangsangan saraf ke tingkat yang secara signifikan akan meningkatkan kekuatan otot maksimal.

Seperti telah dikemukakan bahwa kontraksi konsentris adalah suatu aksi otot memendek ketika kontraksi (Floyd, 2009). Sebagian besar latihan beban (*resistance*), aksi konsentris terjadi selama fase *lift up* yaitu *resistance* tersebut diangkat melawan gravitasi. Kontraksi eksentrik adalah suatu aksi otot memanjang ketika kontraksi. Sebagian besar latihan beban, aksi eksentrik terjadi selama fase *lift down* yaitu saat beban (*resistance*) sedang diturunkan atau bergerak ke arah gravitasi (Floyd, 2009)

Salah satu tujuan dari pelatihan beban adalah untuk menciptakan ketegangan otot lebih besar pada beban kerja yang diberikan. Hal ini dilakukan

dengan mengurangi kecepatan gerakan. Jumlah gaya atau ketegangan otot dapat mengembang selama aksi otot secara substansial dipengaruhi oleh laju pemendekan otot (konsentrik) atau memperpanjang (eksentrik) (Smith, Weiss, dan Lehmkühl, 1995). Besarnya ketegangan yang dihasilkan oleh otot terkait dengan jumlah serat kontraktor. Setiap serat otot (sel otot) berisi hingga beberapa ratus hingga beberapa ribu miofibril, yang terdiri dari *myosin* (tebal) dan *aktin* (tipis) filamen protein (Guyton dan Hall, 1996). Unit filamen tebal dan tipis dalam setiap miofibril terdiri dari unit kontraktil dasar, adalah sarkomer. Dalam serat otot, semakin lambat tingkat filamen *aktin* dan *myosin* meluncur melewati satu sama lain, semakin besar jumlah *link* atau *cross-bridge* yang dapat terbentuk antara filamen (Smith, Weiss, dan Lehmkühl, 1995). Semakin lambat *cross- bridge* per unit waktu, semakin banyak ketegangan yang diciptakan. Jadi aksi otot lambat, jumlah *cross-bridge* yang dibentuk lebih tinggi, pada gilirannya menghasilkan ketegangan maksimum.

Tabel 2-5 Adaptasi latihan beban.

Physiological Adaptations to Resistance Training	
Variable	Resistance training adaptations
Performance	
Muscular strength	Increases
Muscular endurance	Increases for high power output
Aerobic power	No change or increases slightly
Maximal rate of force production	Increases
Vertical jump	Ability increases
Aerobic power	Increases
Sprint speed	Improves
Muscle fibers	
Fiber size	Increases
Capillary density	No change or decreases
Mitochondrial density	Decreases
Myofibrillar packing density	No change
Myofibrillar volume	Increases
Cytoplasmic density	Increases
Myosin heavy-chain protein	Increases in amount

Diadopsi dari Ratamess, dkk., (2010).

Ketegangan otot terkait dengan jumlah *firing* unit motorik dan frekuensi impuls dihantarkan ke *neuron* motorik (Berger, 1982). Secara fisiologis, pelatihan menggunakan protokol kontraksi otot lebih lambat (*slow contraction*) membutuhkan aktivasi serat otot lebih banyak dan peningkatan frekuensi *firing* untuk mempertahankan kekuatan yang diperlukan dalam mengangkat beban (Smith, Weiss, dan Lehmkühl, 1995). Hal ini memberikan stimulasi untuk pengembangan kekuatan otot. Pengembangan kekuatan awal melibatkan adaptasi *neurologis* yakni stimulasi dari serat otot melalui peningkatan *firing* dan rekrutmen diikuti oleh hipertrofi otot (Enoka, 1986). Dalam hipertrofi otot, peningkatan hasil sintesis protein menyebabkan peningkatan jumlah *myofibrils* dalam serat otot dan mengarah ke pembesaran luas penampang otot (Berger, 1982). Di samping itu juga ada peningkatan jumlah filamen aktin dan *myosin*, yang kemudian meningkatkan kapasitas pembentukan *cross-bridge* (Guyton dan Hall, 1996).

b. Latihan pliometrik

Istilah pliometrik diluncurkan oleh *Fred Wilt* setelah menonton persiapan para atlet *Sovyet* dalam lomba atletik. Ia merasa bahwa hal ini akan menjadi kunci keberhasilannya. Istilah pliometrik pertama kali dikenal pada tahun 1975 oleh *Fred Wilt* salah seorang pelatih atletik ternama di Amerika. Pliometrik juga dikenal sebagai pelatihan melompat atau *plyos*, adalah latihan mengerahkan kekuatan otot maksimal dalam waktu yang sesingkat mungkin dengan tujuan meningkatkan kecepatan dan power (Chu, D.,1998). Dari sisi bahasa, istilah pliometrik berasal dari bahasa Latin, yaitu *plyo* dan *metrics* yang memiliki arti peningkatan yang dapat diukur (Chu,,D.A.,1998). Sejarah latihan ini dimulai pada tahun 1960 *Yuri*

Verkhoshansky pelatih atletik asal Russia menggunakan metode latihan pliometrik kepada atlet lompatnya dan mengalami kesuksesan yang luar biasa dipertandingan. Pliometrik mulai menjadi perhatian selama sejak 1972 ketika Olimpiade Munich, Jerman Barat. Negara Rusia dengan Valery Borzov menang pada nomor lari 100 meter dengan catatan waktu 10.00 detik dan menang di nomor sprint lari 200 meter, kesuksesan tersebut karena kontribusi dari penggunaan metode latihan pliometrik, yang pada akhirnya Yuri Veroshanki dipanggil sebagai bapak penelitian pliometrik (Lubis, J., 2013).

Dalam versi asli ciptaan ilmuwan Rusia, Yuri Verkhoshansky, pliometrik didefinisikan sebagai metoda kejut (*shock method*). Metoda ini dilakukan dengan memunculkan dorongan/desakan kontraksi eksentrik *involuntary* yang kemudian segera dialihkan ke kontraksi konsentrik ketika atlet melompat ke atas. Pendaratan dan pengudaraan dilakukan dalam perioda waktu amat singkat, dengan rentang waktu hanya 0.1 – 0.2 detik (Vissing, dkk., 2008). Metoda kejutan merupakan metoda paling berpengaruh yang digunakan oleh para atlet untuk meningkatkan kecepatan, kesigapan dan power. Pliometrik adalah jenis latihan yang didasarkan pada gerakan cepat, kuat dan eksplosif. Lyttle, Wilson, & Ostrowski, (1996) menyatakan bahwa pelatih di seluruh dunia menggunakannya untuk membantu meningkatkan kecepatan, akselerasi dan power dengan tujuan akhir meningkatkan prestasi olahraga. Pelatihan pliometrik telah disorot sebagai salah satu metode yang paling berpengaruh untuk meningkatkan power sampai saat ini, juga tidak memerlukan peralatan yang mahal dan

mudah dalam memodifikasi berbagai bentuk pelatihan pliometrik untuk memenuhi kebutuhan individu dan tujuan pelatihan (Ronnestad, dkk., 2008). Pliometrik dapat digunakan untuk tubuh bagian bawah, tubuh bagian atas, dan pengembangan kekuatan inti (Potach, dkk., 2009)

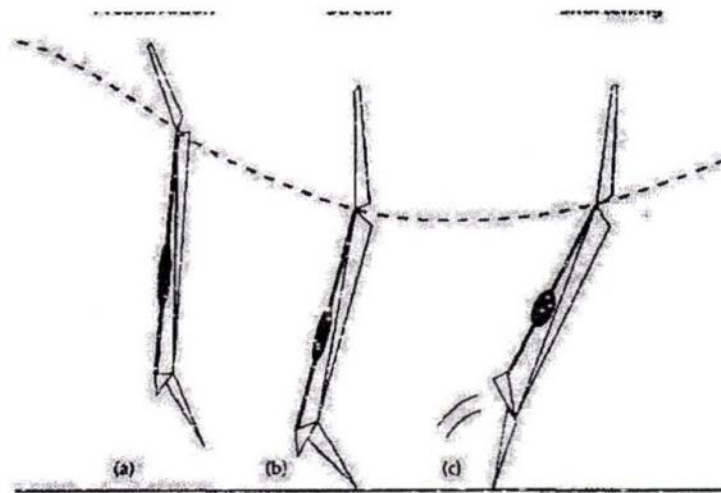
Latihan pliometrik adalah salah satu metode pelatihan yang telah populer digunakan dalam beberapa tahun terakhir, terutama sebagai metode untuk mengembangkan kekuatan maksimal dan power (Faccioni, 2001). Latihan pliometrik biasanya digunakan oleh atlet untuk meningkatkan power, atau kemampuan untuk menghasilkan kekuatan yang cepat. Teori dibalik pelatihan pliometrik adalah bahwa tubuh menggunakan sebuah mekanisme kegairahan yang memungkinkan atlet untuk mengerahkan sebagian besar kapasitas tubuh (Chu.,1996). Pelatihan pliometrik memiliki banyak manfaat untuk hampir semua olahraga, karena hampir setiap olahraga memerlukan atlet untuk dapat menghasilkan usaha maksimal dan secepat mungkin, sebagian besar kegiatan tersebut terlibat dalam pelatihan pliometrik seperti *jumping*, *hoping*, *skipping* dan *throwing* (Chu, 1996). Pelatihan pliometrik dapat mengambil banyak bentuk dan dilakukan dalam berbagai metode dan variasi, akan tetapi, semua variasi tersebut bertujuan sama, yaitu untuk meningkatkan *power* otot. Prinsip dasar dibalik setiap kegiatan pliometrik adalah aksi otot eksentrik cepat diikuti oleh kontraksi konsentrik yang cepat, semua berbasis disekitar waktu kontak yang sangat singkat (< 0.2 detik). Hal ini penting untuk dicatat bahwa kegiatan pliometrik tidak sama dengan latihan balistik karena waktu kontak. Disamping itu pelatihan pliometrik bukan merupakan pengganti untuk

pelatihan yang ada tetapi merupakan variasi dan harus diingat bahwa spesifisitas adalah salah satu prinsip kunci dari pelatihan dan penelitian telah menunjukkan bahwa metode pelatihan pliometrik paling berpengaruh jika penerapannya sangat spesifik terhadap cabang olahraga (Edwin & Gordon , 2000). Vissing, dkk., (2008) menemukan bahwa intervensi pelatihan pliometrik meningkatkan luas penampang lintang (CSA) di otot kaki bagian atas (paha depan, paha belakang, dan *adductors*). Peningkatan CSA tersebut menghasilkan peningkatan dalam serat otot secara keseluruhan dan adaptasi motor unit pada akhirnya memungkinkan aktivasi otot menghasilkan power lebih tinggi. Vissing, dkk., (2008) juga mencatat bahwa selama studi mereka tidak ada perubahan yang signifikan dalam jenis serat otot sebagai hasil pelatihan pliometrik.

Selanjutnya Vissing, dkk., (2008) mengemukakan bahwa adaptasi dari motor unit (MU), yaitu sinkronisasi meningkat yang berarti bahwa lebih banyak MU dapat direkrut untuk akhirnya meningkatkan kecepatan kontraksi dan juga kekuatan keseluruhan kontraksi. Di samping itu juga ada peningkatan tingkat debit MU, yang berarti bahwa MU bisa kembali direkrut secara cepat mengakibatkan kontraksi berulang lebih cepat, sementara *Golgi dis-inhibisi* berarti bahwa otot dapat meregang lebih jauh dan menghasilkan kekuatan yang lebih besar

Latihan pliometrik melibatkan kontraksi otot yang dikenal sebagai "*stretch shortening cycle*" (SSC) Markovic.,(2007). Latihan pliometrik adalah bentuk latihan perlawanan yang menggunakan melompat, melempar, hops dan gerakan lain untuk mengembangkan power otot. Latihan

pliometri adalah suatu latihan yang memiliki ciri khusus, yaitu kontraksi otot yang sangat kuat yang merupakan respons dari pembebanan dinamik atau regangan yang cepat dari otot-otot yang terlibat. Dalam berjalan manusia, melompat dan berlari beban dampak yang signifikan terjadi ketika kontak dibuat dengan lantai. Preactivation diperlukan dari ekstremitas bawah otot ekstensor sebelum kontak dengan tanah untuk memungkinkan mereka untuk menahan dampak (a) dan tahap pengereman aktif (b). Tahap regangan diikuti dengan tindakan pemendekan (c) (Komi, 2003).



Gambar 2-3. Diadopsi dari (Komi, 2003).

Istilah pliometri mengacu pada latihan khusus yang mencakup peregangan otot secara cepat saat eksentrik diikuti kontraksi konsentrik cepat, dengan tujuan mengembangkan gerakan yang kuat dan singkat (Chu, 1983). Page and Ellenbecker (2005) membagi pliometri dalam 3 tahapan, (tahap 1) kontraksi eksentrik, adalah saat kontraksi otot justru memanjang, (tahap 2) *amortization*, adalah waktu jeda antara kontraksi eksentrik dan konsentrik dan (tahap 3) kontraksi konsentrik kuat dan cepat segera setelah

kontraksi eksentrik,. Semakin lama periode amortisasi, latihan pliometrik semakin kurang optimal (Komi, 2003).

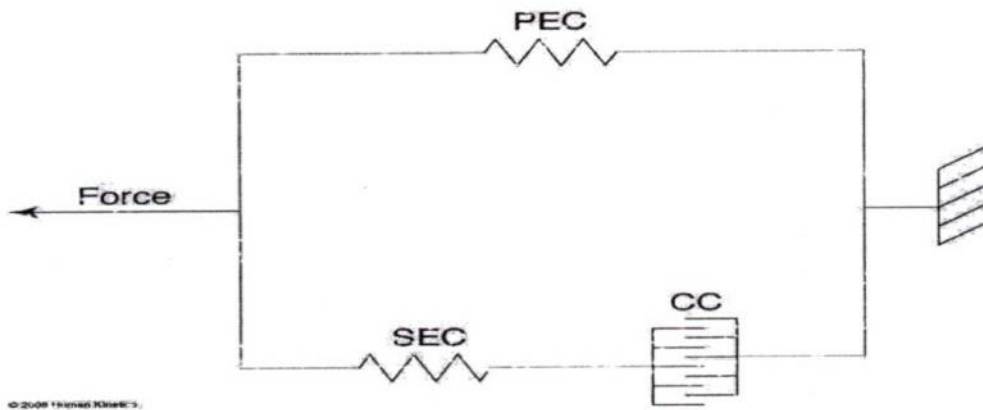
Tabel 2-6. Siklus *Stretch-Shortening* latihan pliometri.

TAHAP	AKSI	PERISTIWA FISIOLOGI
I. Eksentrik	Regangan otot agonis	<ul style="list-style-type: none"> • Energi elastis disimpan dalam seri komponen elastis (SEC) • Otot spindle distimulasi
II. Amortisasi	Jeda antara tahap I dan II	<ul style="list-style-type: none"> • Syaraf eferen Ia bersinap dengan alpha motor neurons • Alpha motor neurons mentransmisi ke otot spindel
III. Konsentrik	Pemendekan serat otot agonis	<ul style="list-style-type: none"> • Energi elastis dilepaskan dari SEC • Alpha motor neurons menstimulasi otot ogonis

Diadopsi dari (Chu,1996).

Model mekanik latihan pliometrik mencakup: 1) Energi elastis dalam tendo dan otot meningkat dengan bentangan yang cepat (seperti dalam aksi otot eksentrik) dan kemudian disimpan sebentar. 2) Jika segera diikuti aksi otot konsentrik, energi yang tersimpan dilepaskan, memberikan kontribusi bagi total produksi tenaga.

Model mekanika fungsi otot rangka melibatkan: 1) Seri komponen elastis (SEC), saat diregangkan, menyimpan energi elastis yang meningkatkan kekuatan. 2) Komponen kontraktil (CC) (yaitu, aktin, myosin, dan *cross-bridge*) adalah sumber utama kekuatan otot selama aksi otot konsentris. 3) Komponen elastis paralel (PEC) (yaitu, epimysium, perimysium, endomysium, dan sarcolemma) memberikan sebuah kekuatan pasif dengan peregangan otot (gambar 2-4)

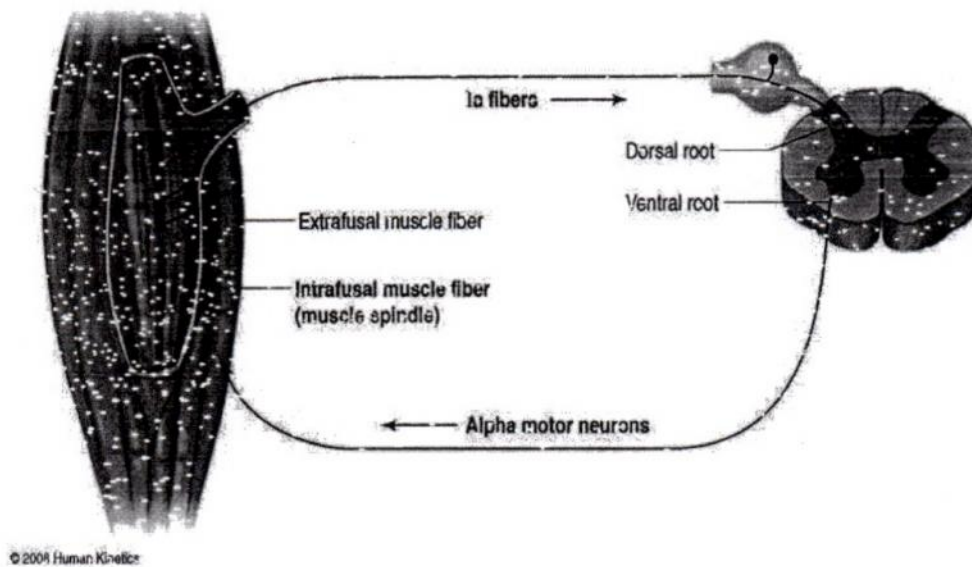


Gambar 2-4. Model mekanik fungsi otot rangka (Albert, 1995 dalam Chu, 1996).
Model neurofisiologis dari pliometrik, mencakup 1) Model latihan yang melibatkan

potensiasi (perubahan dalam karakteristik kekuatan-kecepatan otot pada komponen kontraktil disebabkan oleh regangan) dari aksi otot konsentris dengan menggunakan refleks regangan. 2) Stretch refleks adalah respon involuntary tubuh akibat stimulus eksternal yang dapat meregangkan otot-otot

Stretch Reflex

- Ketika otot spindle disimulasi, stretch refleks dirangsang, mengirim impuls ke sumsum tulang belakang melalui serabut saraf tipe Ia.
- Setelah bersinaps dengan alpha motor neurons dalam sumsum tulang belakang, impuls diteruskan ke ektrafusul serat agonis, menyebabkan aksi otot refleksif.

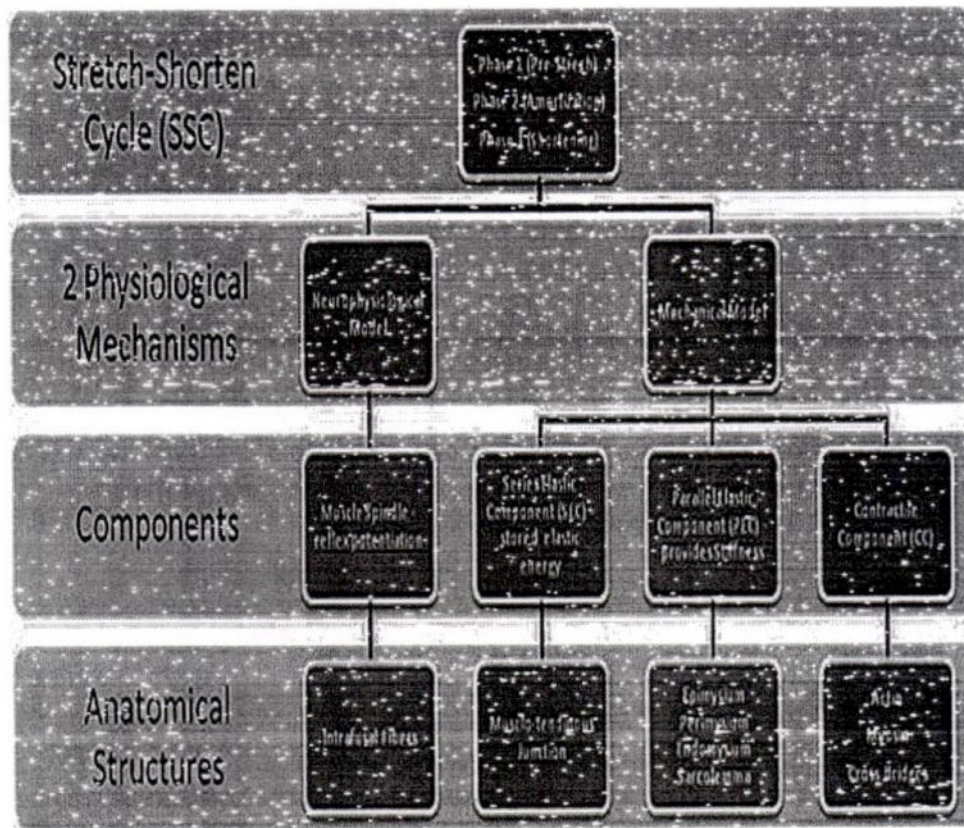


Gambar 2-5. *Stretch reflex* (Chu,1996)

Agar latihan pliometrik sukses, maka pembebanan dan pola gerak latihan harus didisain kontraksi eksentrik singkat diikuti oleh amortisasi sangat singkat untuk menghasilkan power yang optimal. Latihan pliometrik merupakan metode untuk meningkatkan power otot yang paling berpengaruh bila dirancang untuk melengkapi gerakan khusus yang diperlukan dari kegiatan olahraga (NSCA (1986). Salah satu kegiatan pliometrik adalah, deep jump, telah terbukti dapat meningkatkan kekuatan melompat vertikal (Verkhoshanski & Tatyana, 1983). Deep jump adalah jenis latihan dinamis melompati kotak/ rintangan 20 - 80 cm dari permukaan tanah secara vertikal (Wilson, Murphy, & Giorgi, 1996).

Prinsip latihan power, dengan cara berlari, melompat, dan mengubah arah adalah memperpendek siklus peregangan (stretch shortening cycle) SSC, yang hanya dapat digambarkan sebagai kopling aksi eksentrik dengan konsentrik, (Brown:2008:307). Ketika sekelompok otot mendapat beban secara eksentrik (stretch) dan segera diikuti dengan aksi konsentrik (short) maka terjadi SSC.

Semakin cepat kopling aksi eksentrik-konsetrik pengaruh latihan makin bagus. Aksi kopling eksentrik-konsetrik dengan cepat, menghasilkan power dan pengerahan otot makin besar pada gilirannya atlet berlari lebih cepat, melompat lebih tinggi dan merubah arah sangat cepat.



Gambar 2-6. Mekanisme fisiologis, komponen dan struktur anatomi dari siklus stretch-shortening (SSC), diadopsi dari De Villarrea, dkk., (2012)

Siklus *stretch* shortening lebih berpengaruh dengan gerakan cepat dan kontak tanah minimal. Penurunan waktu kontak akan meningkatkan kekuatan gerakan dan energi elastis yang tersimpan tidak hilang. Peningkatan waktu kontak adalah tanda kelelahan dan drilling perlu dihentikan atau diubah. Manfaat ini hanya akan datang dengan pelatihan yang lama dan tidak tercapai dalam jangka pendek. Teknik harus dikembangkan dengan benar dan bertahap.

Ketika otot memanjang di bawah beban (kontraksi eksentrik) dan diikuti dengan kontraksi konsentrik segera dan kuat, sejumlah besar kekuatan otot dikembangkan. Hal ini disebabkan 1) penyimpanan energi elastis dalam otot, mirip dengan karet gelang, dan 2) aktivasi spindle otot dan golgi tendo ketika otot mengalami peregangan. Hal ini menyebabkan otot berkontraksi segera sebagai mekanisme keamanan. Menurut definisi, setiap kontraksi eksentrik diikuti kontraksi konsentrik cepat yang mengaktifkan siklus stretch shortening adalah pliometrik. Pendapat yang sama dikemukakan oleh De Villarrea., Requena., and Cronin., (2012) pelatihan pliometrik menggabungkan gerakan cepat dan kuat yang melibatkan kontraksi eksentrik, segera diikuti oleh kontraksi konsentris eksplosif. Hal ini dilakukan melalui siklus peregangan shortening (SSC). Tujuan menggunakan konsep pelatihan ini adalah untuk merangsang sifat proprioseptif dan elastis tubuh, dalam rangka untuk menghasilkan output gaya maksimum dalam waktu minimal (Clark dan Lucett, 2010 dalam De Villarrea., Requena., and Cronin., 2012).

Latihan pliometrik adalah hemat energi, karena mereka memanfaatkan keuntungan mekanis alami, bukan pemanfaatan energi. Misalnya, tindakan SSC otot soleus akan mengurangi jumlah energi yang dibutuhkan dalam berlari. Tindakan SSC *trunk* akan meningkatkan kekuatan servis dalam tenis tanpa meningkatkan keluaran energi. Ada banyak alasan untuk menggabungkan pliometrik ke dalam program kondisi fisik :

1. Peralatan yang diperlukan sedikit. Hanya beberapa potong peralatan mungkin diperlukan untuk melakukan latihan pliometrik. Seperti bola *medicine*, gawang/ rintangan, dan kotak.
2. Kelompok besar dapat dilatih pada satu waktu. Setiap jumlah orang bisa melakukan latihan pliometrik
3. *Overload* dapat dengan mudah dicapai. *Overload* dapat dicapai dalam beberapa cara. Pliometrik dapat dibagi ke dalam kategori berikut, intensitas rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. *Overload* juga dapat dicapai dengan meningkatkan pengulangan, mengurangi waktu istirahat, meningkatkan kecepatan gerakan atau meningkatkan jarak.
4. Berbagai gerakan yang berbeda. Gerakan pliometrik olahraga tertentu. Beberapa contoh termasuk latihan melompat untuk basket dan voli, latihan *skipping* untuk berlari dan latihan bola *medicine* untuk tenis.
5. Pemanfaatan gerakan alami manusia. Latihan pliometrik memanfaatkan gerakan alami manusia dan mengembangkan gerakan ini untuk meningkatkan potensi dalam prestasi olahraga

Latihan pliometrik adalah bentuk pelatihan yang sangat berpengaruh bila dilakukan dengan benar. Jika dilakukan dengan benar, risiko cedera berkurang. Pedoman berikut akan membantu memastikan atlet terhindar dari kemungkinan cedera saat melakukan pliometrik. 1) Pemanasan yang cukup, 2) peregangan, 3) dilakukan dipermukaan yang rata dan *soft*, 4) menggunakan sepatu yang benar, 4) tekniknya bagus, 5) dilatihkan atlet usia muda, 6) *recovery* cukup dan 7) disiapkan secara teliti.

Penelitian lain menunjukkan suatu peningkatan kinerja motorik terkait dengan pelatihan pliometrik dikombinasikan dengan latihan beban

(complex training). dibandingkan dengan metode pelatihan lain (Kent, John, Katie & Mike, 1992). Bukti menunjukkan bahwa latihan beban berat dan kombinasi pliometriks adalah berpengaruh. Salah satu cara untuk menggabungkan dua bentuk pelatihan adalah complex training atau metode kontras (lihat *complex training*).

Masamoto, Larson, Gates, and Faigenbaum, (2003), meneliti pengaruh akut dari latihan pliometrik terhadap 1 repetisi maksimum (RM) kinerja jongkok pada atlet laki-laki terlatih. Dua belas orang usia rata-rata 20,5 tahun, secara sukarela untuk berpartisipasi dalam 3 sesi pengujian dipisahkan oleh setidaknya 6 hari istirahat. Data ini menunjukkan bahwa pliometri dilakukan sebelum 1RM dapat meningkatkan kinerja *squat* pada atlet laki-laki yang terlatih. Latihan pliometrik *depth jump* (DJ) sebelum latihan *squat* menghasilkan angkatan 1RM secara signifikan lebih besar daripada melakukan sesi pengujian yang dilakukan tanpa latihan pliometrik ($p, 0,05$). Komi, (2000), menyatakan bahwa volume latihan pliometrik yang dilakukan sebelum tes 1RM tetap rendah dengan maksud untuk menjaga terhadap kelelahan akibat latihan, yang dapat menyebabkan penurunan kinerja *neuromuscular*. Temuan dari Young, (1998), menunjukkan bahwa gerakan *counter-jump* meningkat sebesar 2,8% ketika didahului latihan 1 set *half squat* dengan beban 5 *repetition maximum* (5RM).

Andrew, D.P. S., Kovaleski, J. E., Heitman, R. J., Robinson, T. L., 2008, merekomendasikan ketinggian rintangan latihan pliometrik tidak lebih dari 20 cm untuk mengurangi risiko cedera. Ahli lain menyarankan tinggi rintangan 46 cm agar pengaruh lebih optimal dan resiko cedera

rendah. Sebuah gaya kontraksi yang lebih besar dicapai ketika bouncing segera setelah mendarat dari melompat dibandingkan dengan lompatan ketika tekukan lutut lebih dalam (Kreighbaum, 1996). Dr Michael Yessis menyatakan lompatan harus dijalankan dalam 0,15 detik atau kurang.

Para ahli sepakat atlet harus menyelesaikan program pelatihan kondisi fisik umum sebelum memasukkan latihan pliometrik. Asosiasi Nasional Strength Conditioning Amerika mensyaratkan atlet harus kuat squat sebelum memulai program latihan pliometrik tubuh bagian bawah. Selain itu, intensitas tinggi pada pliometrik tidak harus dilakukan sepanjang tahun (NSCA, 1986). Kent, dkk., (1992) melaporkan pengaruh latihan squat, pliometrik dan gabungan squat + pliometrik menunjukkan peningkatan performa melompat vertical (tabel 2-7).

Tabel 2-7. Pengaruh *Squats* dan pliometrik pada lompatan *vertical*

<i>Exercise Mode</i>	<i>Vertical Jump Increase</i>
<i>Squats</i>	3.30 cm
<i>Pliometriks</i>	3.81 cm
<i>Squats & Pliometriks</i>	10.67 cm

Diadopsi dari Kent, John, Katie, & Mike., (1992).

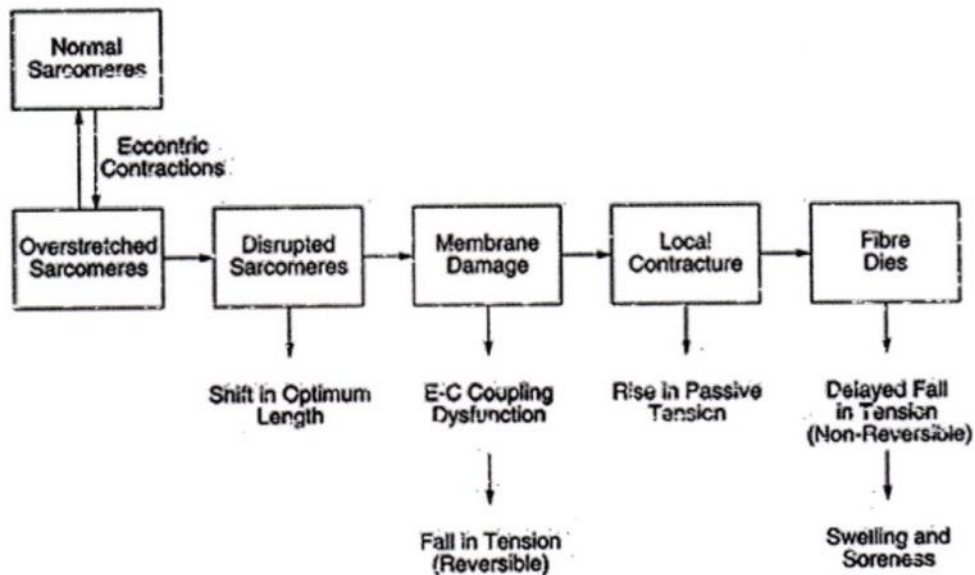
Andrew., Kovalski., Heitman., and Robinson., (2013) melaporkan hasil penelitian yang membandingkan pengaruh modifikasi pliometrik *depth jump* dan program latihan beban (WT) terhadap melompat vertikal satu kaki, melompat vertikal dua kaki, 30-meter *sprint*, *standing broad jump*, dan kekuatan 1 RM *leg press* satu kaki. Hasil menunjukkan peningkatan yang tidak signifikan untuk semua kelompok selama melompat statis. Semua kelompok pelatihan meningkatkan kinerja

counter movement jump (CMJ) meningkat 4,0%, *weight training* (WT) meningkat 4,7%, pliometrik (Ply) meningkat 6,5%, modifikasi *depth jump* (DP) meningkat 4,5%), dan kinerja kelompok kontrol menurun 3,2%.

Avery, F.D., James, M.F., Fred, K.B., William, T., and Nicholas, R.A., 2007, membandingkan pengaruh dari enam minggu pelatihan kombinasi pliometrik dan resistensi (PRT, n = 13) dan latihan beban (RT, n = 14) pada kinerja kebugaran anak laki-laki (12-15 tahun). Kelompok RT melakukan latihan peregangan statis diikuti dengan latihan beban sedangkan kelompok PRT melakukan latihan pliometrik diikuti oleh program latihan beban. Durasi pelatihan per sesi untuk kedua kelompok adalah 90 menit. Pada awal dan setelah pelatihan semua peserta diuji pada melompat vertikal, lompat jauh, melempar bola *medicine*, *sprint* 9,1 m, kelincahan dan fleksibilitas. Kelompok PRT secara signifikan ($p < 0,05$) meningkatkan lebih besar daripada RT berturut-turut untuk lompat jauh (10,8 cm vs 2,2 cm), melempar bola *medicine* (39,1 cm vs 17,7 cm) dan kelincahan (-0.23 sec vs - 0.02 sec).

Efektivitas pelatihan pliometrik dalam meningkatkan power asiklik (Chu, 2002 dalam Singh, 2012) dan power siklik (Yung, 2002 dalam Singh, 2012) telah didukung oleh fakta. Singh., (2012) meneliti efek dari program pelatihan melompat vertikal, horisontal, dan kombinasi deep jump terhadap prestasi lompat jauh atlet laki-laki. Singh., (2012) menyimpulkan bahwa kombinasi deep jump vertikal dan horisontal sangat diperlukan untuk pelompat jauh, dengan proporsi lebih tinggi pada melompat vertikal.

Dalam latihan eksentrik otot kontraksi secara paksa diperpanjang, sementara dalam latihan konsentrik otot kontraksi memendek. Menurut Proske, and Morgan, (2001) kontraksi konsentrik berperan memulai gerakan, kontraksi eksentrik memperlambat atau menghentikan gerakan. Sebuah fitur unik dari latihan eksentrik adalah bahwa subyek tidak terlatih menjadi kaku dan sakit sehari setelah latihan karena kerusakan pada serat-serat otot. Proske & Morgan .,(2001) menggambarkan rangkaian peristiwa yang menyebabkan kerusakan otot dari latihan eksentrik (gambar 2-7).



Gambar 2-7. Rangkaian peristiwa yang menyebabkan kerusakan otot dari latihan eksentrik. Diadopsi dari Proske & Morgan (2001).

Pengalaman menunjukkan bahwa kekakuan dan nyeri setelah periode latihan menjadi sangat kurang bila latihan diulang seminggu kemudian, artinya kerusakan jaringan akibat latihan jauh lebih sedikit. Demikian juga dengan latihan eksentrik, ini adalah hasil dari proses adaptasi, salah satu mekanisme yang diusulkan dalam adaptasi adalah peningkatan jumlah sarkomer dalam serabut otot. Sullivan, McAuliffe, & DeBurca, (2012)

menyatakan bahwa pelatihan eksentrik dapat meningkatkan kekuatan otot, mengurangi risiko cedera, dan meningkatkan kelentukan otot melalui sarcomerogenesis.

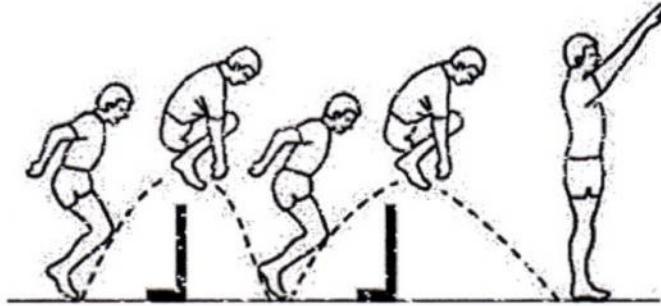
Ada dua tanda yang menonjol dari kerusakan otot segera setelah serangkaian kontraksi eksentrik, 1) gangguan pada sarkomer miofibril dan 2) kerusakan pada sistem *kopling* eksitasi - kontraksi. Pendapat yang sama dinyatakan oleh Morgan & Allen, (1999) proses kerusakan dimulai terlalu melar dari sarkomer (Gambar 2-12). Weerakkody, (2001) *mechanoreceptors* otot, termasuk otot *spindle*, berkontribusi terhadap nyeri setelah latihan eksentrik. Sementara Warren et al., (2001) menyatakan bahwa 75 % atau lebih dari penurunan ketegangan setelah latihan eksentrik ini disebabkan gangguan proses kopling eksitasi - kontraksi. Sarinya adalah sebagian besar kerusakan primer muncul dalam sistem kopling eksitasi - kontraksi dan hanya komponen kecil terjadi pada tingkat sarkomer. Oleh karena itu dalam aplikasi klinis disarankan agar dilakukan latihan eksentrik ringan, untuk melindungi otot terhadap cedera yang lebih besar (Proske, and Morgan 2001).

Sehubungan dengan adaptasi seluler ada bukti penambahan longitudinal sarkomer dan adaptasi dalam respon inflamasi menyusul pertarungan awal latihan eksentrik (McHugh., 2003).

.Gawang (rintangan)

Banyak atlet dan pelatih menyadari berbagai teknik untuk mengimplementasikan pliometrik dalam pelatihan mereka, tetapi seringkali tidak menyadari variasi dan manfaat latihan pliometri

Gawang merupakan alat yang paling umum dalam latihan pliometrik. Gawang atau rintangan yang ideal dapat membatasi waktu kontak dengan tanah dan memiliki ruang untuk variasi (gambar 2-8).



Gambar 2-8. Pliometrik dengan gawang, diadopsi dari Vissing., (2008).

Gawang/rintangan yang bermanfaat dalam pliometri adalah membantu untuk mengembangkan *triple- fleksi* dan *triple- ekstensi*, dua aspek yang paling mendasar dari hampir setiap olahraga, serta perubahan yang cepat antara keduanya. Rintangan dapat berguna karena mereka tidak memerlukan tambahan berat, mengurangi dampak kekuatan pada sendi, dan dapat disesuaikan dengan perkembangan dan kemampuan atlet. Beberapa contoh progresif bisa dilakukan dengan mudah yakni dengan mengatur ketinggian rintangan, jarak antara rintangan, rintangan *single-leg* atau kombinasi *single* dan *double-leg*, karakteristik utama dari kegiatan ini adalah untuk mempertahankan waktu kontak dengan tanah singkat (< 0.2 detik) untuk menjaga pliometrik rintangan.

Kotak (box)

Lompat kotak kembali menawarkan rentang yang sangat baik dari keragaman dan perkembangan latihan pliometri. Manfaat tambahan melompat kotak adalah membutuhkan sangat sedikit ruang dan mudah dipindahkan sehingga ideal untuk pelatih atau atlet dengan fasilitas yang

terbatas. Kotak sangat berguna dalam menerapkan prinsip *triple-fleksi* dan *triple-ekstensi* serta bekerja sesuai siklus peregangan-*shortening* (SSC). Penggunaan kotak dapat diubah sesuai kebutuhan, seperti membuat latihan lebih sulit dan meningkatkan ketinggian lompatan.



Gambar 2-9. Pliometrik dengan *Box*, diadopsi dari Vissing,(2008).

Complex training merupakan metode pelatihan yang relatif baru dan menjadi perhatian para praktisi dan ilmuwan olahraga. Metode pelatihan *complex training* adalah metode yang efektif untuk mengembangkan power. Disebut juga metode perpaduan atau metode gabungan antara pelatihan beban dan pelatihan pliometrik. Lebih khusus, *complex training* adalah metode latihan fisik yang menggabungkan antara latihan beban berat dan latihan pliometrik, gabungan kedua jenis latihan tersebut mempunyai kemiripan secara biomekanika.

Praktisi umumnya menggunakan salah satu diantara dua metode tersebut yakni metode pelatihan beban atau pliometrik. Latihan beban adalah metode pelatihan fisik yang didisain untuk mengembangkan kinerja atlet. Program latihan beban dapat dirancang untuk memenuhi kebutuhan pelatihan fisik khusus, berdasarkan sifat pelatihan olahraga sehingga memungkinkan kontrol terhadap kemajuan program latihan fisik melalui manipulasi volume, intensitas, frekuensi, dan durasi latihan.

Otot memiliki kecenderungan alami untuk rebound ketika diregang dengan cepat (misalnya karet gelang). Secara teoritis, semakin cepat kontraksi eksentrik, semakin besar kemungkinan reflek regangan diaktifkan. Untuk kegiatan yang benar-benar pliometrik, harus ada gerakan diawali dengan aksi otot eksentrik. Pelatihan pliometrik dapat mempromosikan perubahan dalam sistem neuromuskuler yang memungkinkan orang memiliki pengendalian kontraksi otot lebih baik.

Terdapat tiga tahap siklus *stretch-shortening* (SSC) dalam kegiatan pliometrik, pertama tahap eksentrik, kedua tahap amortisasi dan ketiga tahap konsentrik. Siklus peregangan (ketika eksentrik) adalah tahap mempersiapkan elemen kontraktile untuk siklus shortening (konsentris). Yaitu merangsang dan mengaktifkan monosynaptic stretch reflex, sehingga spindle otot, sejajar dengan serat otot, merasakan panjang otot dan kecepatan stretch, dan mengirimkan info ini ke sistem syaraf pusat (SSP), kemudian Impuls dikirim kembali dari SSP ke otot sehingga memfasilitasi refleksi pemendekan kontraksi otot membenteng.

Untuk pelatihan pliometrik harus memperhatikan lapangan olahraga yang akan digunakan dan kriteria olahraga tertentu yang terkait harus dipertimbangkan. sifat power, durasi latihan, percepatan dan perlambatan persyaratan, rasio linier untuk gerakan lateral dan efek dari kelelahan harus dipertimbangkan. Untuk mengurangi risiko cedera, pemulihan antara sesi latihan pliometrik diperlukan lebih 72 jam, karena jangka pendek kerusakan otot diinduksi dan respon inflamasi.. Kombinasi pliometrik dengan program latihan kekuatan akan merekrut lebih banyak dan meningkatkan laju perekrutan serat berkedut cepat. Penerapan *overload* dapat ditempuh dengan berbagai cara, yaitu

menambah intensitas, volume, repetisi, set dan mengurangi waktu recovery, disamping itu juga bisa penerapan model latihan dari 2 kaki menuju latihan 1 kaki.

2. Komponen kondisi fisik

Latihan fisik (conditioning) menurut Stanley, dkk., (2001) adalah suatu proses manipulasi stimulus dari suatu program latihan yang dilakukan oleh atlet untuk menghasilkan tingkat fungsional yang lebih tinggi. Tujuan latihan kondisi fisik adalah untuk mengoptimalkan kinerja atlet dan meminimalkan risiko cedera dan sakit. Mengetahui komponen kondisi fisik mutlak bagi pelatih dan ilmuwan olahraga. Pemahaman tentang setiap komponen kondisi fisik dan bagaimana pengembangannya menjadi bagian yang tak terpisahkan dalam kancah pembinaan olahraga prestasi. Komponen kondisi fisik dalam olahraga prestasi mencakup (1) kekuatan, (2) daya tahan, (3) kecepatan, (4) Power, (5) agility, (6) keseimbangan, (7) kelenturan, (8) koordinasi.

Sekitar 35% dari perempuan dan 45% dari berat badan pria terdiri dari jaringan otot (Bompa,1999).

a. Kekuatan

Salah satu elemen penting dalam kebugaran fisik adalah kekuatan dan daya tahan otot. Memiliki kekuatan otot prima merupakan dasar untuk sukses dalam banyak olahraga, optimalisasi kemampuan fisik lainnya termasuk kelincahan, power, dan bahkan ketahanan otot. Selain itu, Shahidi, (2012) kekuatan yang cukup dianggap sebagai salah satu aspek yang paling penting dari fisik yang berhubungan dengan kesehatan dan kebugaran (*health related physical fitness*) dan kinerja fisiologis pada anak-anak dan orang dewasa.

Pelatihan kekuatan adalah metode yang paling berpengaruh untuk mempertahankan atau meningkatkan kekuatan otot (Hass, Feigenbaun, and Franklin, 2001). Pelatihan kekuatan adalah salah satu jenis pelatihan fisik yang paling banyak dipraktekkan di pusat kebugaran, terutama karena untuk peningkatan kekuatan, pencegahan dan pengobatan penyakit degeneratif (Kraemer, dkk., 2002). Pelatihan kekuatan (PK) juga mengubah tekanan darah (Roitsch, dkk., 2001), denyut jantung (Asano, dkk., 2012), glikemia (Asano, dkk., 2012), laktat (Binzen, Swan, & Manore., 2001), dan tingkat tenaga yang dirasakan (RPE) (Gearhart, dkk., 2002). Berdasarkan tujuan individu, beberapa variabel umumnya dipertimbangkan ketika merancang program PK, misalnya, volume latihan, set, interval recovery, urutan latihan, kecepatan eksekusi, dan intensitas latihan (Kraemer, and Ratames., 2004). Pada tahun 2002 dan 2009, *American College of Sports Medicine (ACSM)* menerbitkan panduan protokol PK untuk umum sehingga bisa digunakan oleh kelompok pemula, menengah, dan atlet elit (Asano, dkk., 2012).

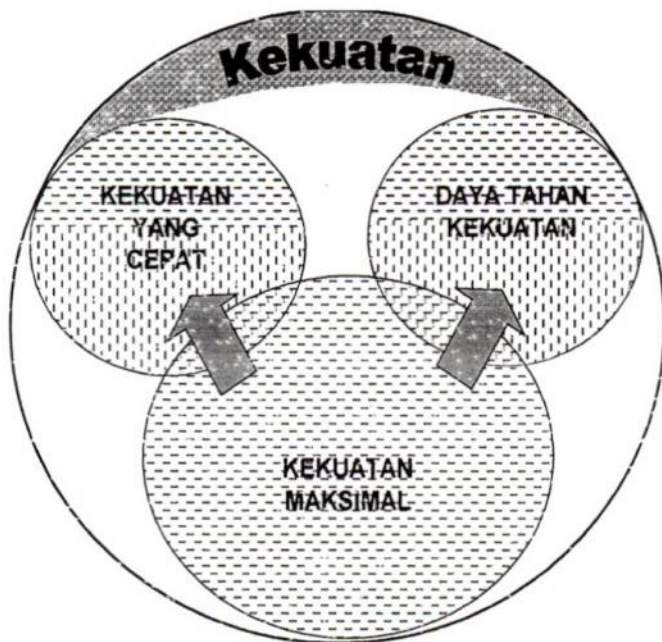
Ekspresi kekuatan otot merupakan properti fundamental prestasi manusia (Maud, and Foster., 2006: 119). Kekuatan otot menjadi fondasi yang sangat penting dalam pengembangan biomotor yang lain (Bompa:1999). Kekuatan merupakan unsur kondisi fisik yang sangat penting dalam pengembangan teknik, taktik, strategi dan mental. Kekuatan membentuk postur menjadi ideal. Kekuatan otot akan mengurangi resiko cedera ketika berlatih maupun bertanding. Kekuatan otot memberi kontribusi dalam meningkatkan percaya diri. Kekuatan otot menjadi kunci sukses dalam menghadapi pertandingan. Latihan kekuatan adalah sarana berolahraga yang disusun dan direncanakan dengan resistensi tepat sehingga peserta secara bertahap berkembang menjadi sistem muskuloskeletal

kuat (Faigenbaum. & Westcott.,2009: 5). Latihan kekuatan juga disebut latihan yang berresistensi atau latihan melawan resistensi, baik resistensi internal maupun eksternal. Latihan kekuatan adalah metode kondisioning khusus mencakup penggunaan berbagai macam resistensi yang progresif dan variasi modalitas latihan dengan tujuan untuk meningkatkan kebugaran otot.

Secara umum definisi kekuatan adalah kemampuan menggunakan atau mengerahkan daya dalam mengatasi suatu tahanan atau hambatan tertentu (Maud and Foster, 2006:119). Jadi dalam kegiatan seorang atlet tidak bisa lepas dari pengerahan daya untuk mengatasi hambatan atau tahan tertentu, mulai mengatasi beban badan, alat yang digunakan, serta hambatan yang berasal dari lingkungan atau alam. Masamoto, Larson, Gates, dan Faigenbaum, 2003, menyatakan bahwa tes kekuatan maksimal dengan metode 1 repetition maximum (RM) adalah jumlah maksimal berat yang dapat diangkat hanya sekali untuk latihan tertentu, menggunakan teknik latihan yang tepat. Prosedur untuk menentukan beban 1RM dilakukan sesuai dengan rekomendasi Brown, dan Weir ., (2001) yaitu dengan mengukur beban maksimal yang bisa dilakukan pengulangan tunggal tanpa bisa menyelesaikan kedua.

Dalam upaya peningkatan kualitas kekuatan otot, ahli dibidang ilmu keolahragaan (Chandler and Brown, 2008), membagi tiga jenis, yaitu :

- a) Kekuatan Maksimal (*Maximal Strength*)
- b) Dayatahan Kekuatan (*Strength Endurance*)
- c) Kekuatan yang Cepat (*Power*)



Gambar 2-10. Tiga jenis kekuatan, diadopsi dari Chandler & Brown, (2008).

Dari gambar di atas menunjukkan bahwa kekuatan maksimal mempunyai peranan sangat strategis dalam upaya pengembangan daya tahan kekuatan dan kekuatan yang cepat. Banyak anggapan bahwa pengembangan kekuatan yang cepat (*speed strength*) dan daya tahan kekuatan (*endurance strength*) tanpa harus melakukan latihan kekuatan maksimal terlebih dahulu. Bahkan menganggap bahwa latihan kekuatan maksimal dapat menghambat kecepatan bergerak. Mencermati gambar 2.10 dapat diartikan bahwa pengembangan kekuatan maksimal menjadi pondasi bagi pengembangan *speed strength* maupun *endurance strength*.

Terdapat dua cara untuk mengembangkan kekuatan maksimal (*maximal strength*), yaitu :

- 1) Meningkatkan koordinasi intramaskuler, biasanya menggunakan metode latihan intensitas tinggi (1-6 RM) dan repetisi rendah. Metode ini diterapkan pada kelompok atlet yang sudah terlatih.

2) Meningkatkan masa otot (*hypertropie*), metode yang lazim digunakan adalah latihan beban dengan intensitas sedang yaitu 10-12 RM. Stoppani., (2006: 42), mengemukakan bahwa untuk membangun hipertropi, diperlukan 3-6 jenis latihan, setiap jenis dilakukan 3-4 set dan volume total 12-30 set per kelompok otot. Pendapat yang mirip juga dikemukakan oleh Pearson.,(2000), hanya dengan latihan banyak set perkembangan otot dapat terjadi. Model latihan ini sangat digemari di pusat-pusat kebugaran, terutama bagi mereka yang berusaha membangun otot (*body building*)

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah diagnosa kualitasnya kekuatan maksimal, sebagai dasar untuk mengembangkan dan membuat program latihan kekuatan pada tahap selanjutnya. Kekuatan maksimal adalah prasarat yang harus dikembangkan lebih awal sebelum mengembangkan kekuatan yang cepat dan daya tahan kekuatan.

Berdasarkan penelitian para ahli fisiologi olahraga (Stone, dkk., 2002) ada dua parameter alamiah kualitas kekuatan maksimal, yaitu 95% dan 70% dari kekuatan absolutnya berturut-turut untuk orang yang terlatih dan tidak terlatih. Ada sekitar 5%-30% cadangan autonomus (*strength devicite*) yang bisa dipakai tubuh untuk tetap mempertahankan kondisi tendo, ligamen dan otot agar tidak rusak.

Asano, dkk., (2012) memberikan rekomendasi pelatihan beban untuk hipertrofi otot (70% 1RM, 10-12 repetisi, *rest* 90 dt, irama *slow*), kekuatan otot (75% 1RM, 6-8 repetisi, *rest* 150 dt, irama sedang) dan ketahanan otot (60% 1RM, 15 repetisi, *rest* 60 dt, iram sedang) tabel 2-8.

Tabel 2-8. Protokol Latihan kekuatan yang direkomendasi ACSM

Protokol	Intensitas	Repetisi	Interval	Kec Eksekusi
Hipertropi	70% 1 RM	10-12	1'30"	Lambat
Kekuatan	75% 1 RM	6-8	2'30"	Moderat
Ketahanan otot	60% 1 RM	15	1'	Moderat

Diadopsi dari (Asano dkk, 2012).

Terdapat hubungan antara kekuatan maksimal yang dicapai dan jumlah pengulangan yang dapat dilakukan oleh seorang atlet dalam latihan kekuatan, karena akan berhubungan langsung dengan kondisi alamiah dan program latihan yang akan diterapkan. Seperti telah dikemukakan oleh Bompa., (1993) bahwa kekuatan maksimal (1RM) sama dengan 100%. Tabel 2-9 menunjukkan hubungan terbalik antara intensitas latihan kekuatan dengan repetisi. Artinya semakin tinggi intensitas latihan kekuatan hanya dapat dilakukan dengan repetisi semakin sedikit. Contoh penggunaan tabel 2-9, apabila tes 1 RM pada latihan *squat* ditemukan 100 kg, program pelatihan beban menggunakan APS (*Ascending pyramid system*) maka dengan mudah menentukan beban yang diangkat berturut-turut untuk 8 RM (80 kg), 6 RM (85 kg), dan 4 RM (90 kg). Demikian juga jika program latihan beban menggunakan DPS (*discending pyramid system*), *double pyramid*, dan MSC (*multi sets constant*).

Brown (2007) menunjukkan betapa pentingnya keterkaitan antara intensitas dan repetisi dalam program latihan kekuatan. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel 2-9.

Tabel 2.9. Estimasi 1 RM beban latihan.

RM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15
% RM	100	95	93	90	87	85	83	80	77	75	67	65
Load (kg)	10	10	9	9	9	9	8	8	8	8	7	7
	20	19	19	18	17	17	17	16	15	15	13	13
	30	29	28	27	26	26	25	24	23	23	20	20
	40	38	37	36	35	34	33	32	31	30	27	26
	70	67	65	63	61	60	58	56	54	53	47	46
	80	76	74	72	70	68	66	64	62	60	54	52
	90	86	84	81	78	77	75	72	69	68	60	59
	100	95	93	90	87	85	83	80	77	75	67	65
	110	105	102	99	96	94	91	88	85	83	74	72
	120	114	112	108	104	102	100	96	92	90	80	78
	130	124	121	117	113	111	108	104	100	98	87	85
	140	133	129	126	122	119	116	112	108	105	94	91
	150	143	140	135	131	128	125	120	116	113	101	98
	160	152	149	144	139	136	133	128	123	120	107	104
	170	162	158	153	148	145	141	136	131	128	114	111
	180	171	167	162	157	153	149	144	139	135	121	117
	190	181	177	171	165	162	158	152	146	143	127	124
	200	190	196	180	174	170	166	160	154	150	134	130
	210	200	195	189	183	179	174	168	162	158	141	137
	220	209	205	198	191	187	183	176	169	165	147	143
	230	219	214	207	200	196	191	184	177	173	154	150
	240	228	223	216	209	204	199	192	185	180	161	156
	250	238	233	225	218	213	208	200	183	188	168	163
	260	247	242	234	226	221	206	208	200	195	174	169
	270	257	251	243	235	239	224	216	208	203	181	176
	280	266	260	252	244	238	232	224	216	210	188	182
	290	276	270	261	252	247	241	232	223	218	194	189
	300	285	279	270	261	255	249	240	231	225	201	195
	310	295	288	279	270	264	257	248	239	233	208	202
	320	304	298	288	278	272	266	256	246	240	214	208
	330	314	307	297	287	281	274	264	254	248	221	215
	340	323	316	306	296	289	282	272	262	255	228	221
	350	333	326	315	305	298	291	280	270	263	235	228
	360	342	335	324	313	306	299	288	277	270	241	234
	370	352	344	333	322	315	307	296	285	278	248	241
	380	361	353	342	331	323	315	304	293	285	255	247
	390	371	363	351	339	332	324	312	300	293	261	254
	400	380	372	360	348	340	332	320	308	300	268	260
	410	390	381	369	357	349	340	328	316	308	274	267
	420	399	391	378	365	357	349	336	323	315	281	273
	430	409	400	387	374	366	357	344	331	323	288	280
	440	418	409	396	383	374	365	352	339	330	295	286
	450	428	419	405	392	383	374	360	347	338	302	293
	460	437	428	414	400	391	382	368	354	345	308	299
	470	447	437	423	409	400	390	376	362	353	315	306
	480	456	446	432	418	408	398	384	370	360	322	312
	490	466	456	441	426	417	407	392	377	368	328	319
	500	475	465	450	435	425	415	400	385	375	335	325

Diaodpsi dari Brown., (2007;102-103)

Adaptasi *cardiopulmonary* terhadap olahraga kekuatan kronis dinilai minimal dan bervariasi bergantung pada protokol spesifik yang digunakan. Kispert, C.P., and Nielsen D.H., 1985, melaporkan program latihan beban intensitas tinggi, yang dilakukan selama 16 minggu dengan sesi latihan 3 sampai 4 kali perminggu,

tidak menunjukkan adaptasi *cardiopulmonary* yang signifikan. Kekuatan otot mengalami peningkatan rata-rata sebesar 50% untuk anggota tubuh bagian atas, dan 33% untuk tubuh bagian bawah.

Latihan kekuatan (*Strength Training*) adalah metode yang paling efektif untuk mempertahankan atau meningkatkan kekuatan otot (Hass, C.J., Feigenbaum, M.S., and Franklin, B.A., 2001). Ini adalah salah satu jenis latihan yang paling banyak dipraktikkan di pusat kebugaran, terutama untuk peningkatan kekuatan, pencegahan dan pengobatan penyakit degeneratif. Latihan kekuatan juga mengubah tekanan darah (*Blood Pressure*) (Roltsch, M.H., Mendez, T., Wilund, K.R., Hagberg, J.M., 2001), denyut jantung (*Heart Rate*), glikemia (Willey KA, & Singh MA, (2003), laktat (Binzen, C.A, Swan, P.D., and Manore, M.M., 2001), dan tingkat tenaga dirasakan (RPE) (Gearhart, R.F., Goss, F.L., Lagally, K.M., Jakicic, J.M., Gallagher, J., Gallagher, K.I., and Robertson, R.J., 2000).

Dari penelitian terakhir tampaknya ada bukti yang meyakinkan bahwa efisiensi kinerja daya tahan aerobik ditingkatkan dengan metode latihan kekuatan maksimal yang penekanannya pada adaptasi saraf. Jenis latihan menggunakan beban tinggi yang dilakukan dengan pengulangan sedikit adalah jenis latihan yang memobilisasi kekuatan konsentrik maksimal. Peningkatan ekonomi kinerja tampaknya disebabkan oleh peningkatan produksi power dan pergeseran dalam kekuatan-beban dan kecepatan-beban serta peningkatan porsi serat tipe IIa (Hoff, J., 2006).

Penelitian Hooper, D, R., et al (2013) menunjukkan ada pengaruh residual yang berlangsung pada kemampuan pergerakan setelah protokol istirahat singkat latihan intensitas tinggi. Demikian juga pengamatan Baker, 1994 dalam Masamoto, Larson, Gates & Faigenbaum, (2003) memberikan

bukti bahwa ada peningkatan kinerja jangka pendek (power) yang sangat signifikan dihasilkan dari latihan kekuatan beban intensitas tinggi. Dengan demikian, pelatih kekuatan harus berhati-hati untuk memantau pergerakan dan teknik latihan setelah latihan tersebut untuk mencegah cedera dan mengoptimalkan protokol latihan berikutnya yang mungkin akan diurutkan dalam latihan.

Untuk memaksimalkan produksi kekuatan pada sendi, tidak cukup hanya melakukan aktivitas gerakan-gerakan tertentu (untuk memungkinkan pengendalian saraf dan koordinasi multi-sendai berkembang). Gerakan-gerakan tertentu pada kecepatan yang benar harus dilakukan. Peningkatan kekuatan tidak otomatis ditransfer ke semua kecepatan gerakan yang dilakukan. Peningkatan terbesar dalam kekuatan terjadi di dekat atau di bawah latihan kecepatan.

Hukum latihan kekuatan menurut De Villarreal, Requena, dan Cronin., (2012) adalah sebagai berikut:

- 1) Hukum individualitas - Usia, kematangan, pengalaman pelatihan, kapasitas kerja dan antropometri atlet harus dipertimbangkan. Berryman (2010) menemukan bahwa atlet dapat memiliki program pelatihan yang sama, namun menimbulkan adaptasi yang berbeda.
- 2) Hukum *overload* progresif (Bompa., 1993), Adaptasi hanya dapat terjadi jika beban latihan di atas tingkat kebiasaan, dengan susunan siklus pelatihan sebagai berikut, sesi latihan berat diikuti sesi latihan ringan dan sebaliknya. Intensitas tinggi diikuti oleh latihan intensitas rendah.

- 3) Hukum akomodasi, Einstein menggambarkan pembiasaan melakukan hal yang sama berulang-ulang dan mengharapkan hasil yang berbeda. Melaksanakan ketidakpastian yang direncanakan dalam pelatihan untuk mendapatkan tingkat respon yang tinggi dari atlet, terutama mereka yang memiliki pengalaman yang lebih besar.
- 4) Hukum *reversibilitas*, adaptasi pelatihan akan memburuk jika intensitas dan frekuensi pelatihan tidak di atas tingkat kebiasaan, namun adaptasi akan dipertahankan dengan tingkat pelatihan lanjutan.
- 5) Hukum korespondensi dinamis, kekhususan pelatihan yang penting dan tidak harus terlihat seperti olahraga yang akan efektif. SIFF (2003) menciptakan prinsip SAID : Adaptasi khusus untuk dipungut Demand.

b. Power

Power adalah *the rate of performing work* atau *The product of force and velocity* (Faigenbaum & Westcott, 2009:6). *Power is the rate of doing work and can be calculated as work divided by the time over which the work is done* (Chandler and Brown, 2008:79). Pendapat yang sama disampaikan Norris (2008), *power is the rate at which work is performed (work/time)*. Kemampuan untuk mengekspresikan *power* tinggi dianggap sebagai salah satu karakteristik penting dalam mendasari kinerja yang sukses dalam berbagai kegiatan olahraga, termasuk melompat, melempar dan mengubah arah. Canavan, and Vescovi, (2004), menyatakan bahwa kekuatan otot tungkai pada umumnya, dan kinerja melompat vertikal khususnya, dianggap sebagai elemen penting untuk sukses dalam prestasi olahraga. serta untuk melaksanakan kegiatan, tugas, dan kerja sehari-hari. Banyak penelitian telah difokuskan pada pengembangan kinerja melompat vertikal. Meskipun berbagai metode pelatihan, termasuk pelatihan beban berat, pelatihan

beban eksplosif, pelatihan stimulasi elektronik (Malatesta, Cattaneo, and Dugnani, 2003) dan pelatihan getaran (Cardinale, and Bosco, 2003), telah secara berpengaruh digunakan untuk peningkatan kinerja melompat vertikal, sebagian besar pelatih dan peneliti tampaknya setuju bahwa pelatihan pliometrik adalah sebuah metode pilihan untuk meningkatkan kinerja melompat vertikal dan power otot tungkai (Ebben, and Blackard, 2001).

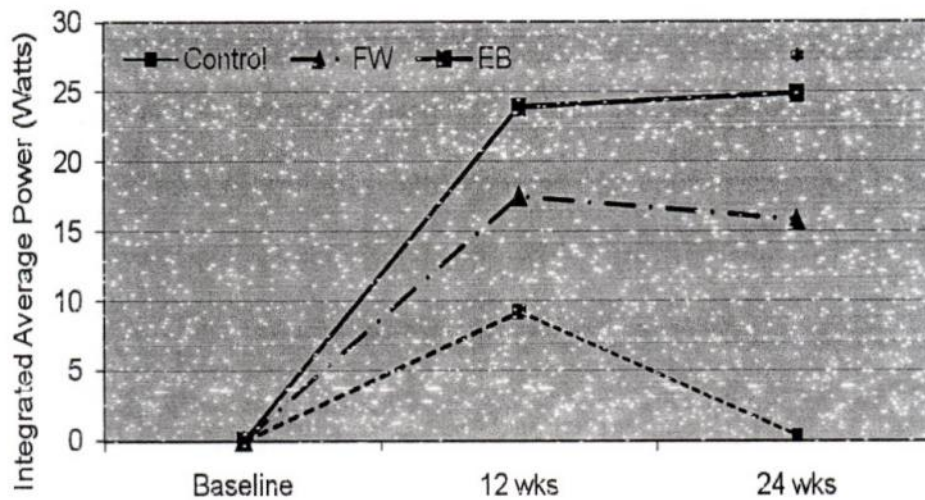
Intervensi pelatihan telah banyak merekomendasikan untuk meningkatkan kemampuan atlet, mengembangkan power maksimal dan meningkatkan kapasitas secara keseluruhan kinerja olahraga. Haff, et al. (2012), meneliti faktor-faktor yang mendasari ekspresi power dan berbagai metode yang dapat digunakan untuk memaksimalkan pengembangan power. Beberapa cabang olahraga memerlukan kemampuan untuk menghasilkan power tinggi dalam periode yang relatif singkat. Kemampuan atlet untuk mengungkapkan derajat pengembangan power sering terkait dengan kondisi kekuatan secara keseluruhan dan kemampuan untuk mengerahkan power maksimal. Stone, (2001) mengemukakan bahwa kemampuan untuk mengerahkan kekuatan (force) dan power yang tinggi adalah karakteristik kinerja paling kritis untuk berhasil dalam event olahraga. Kemampuan ini juga merupakan salah satu karakteristik yang paling penting dalam olahraga prestasi, terutama dalam kegiatan yang mengandalkan jumping, perubahan arah, dan / atau kinerja berlari cepat.

Hansen et al, (2011) melaporkan bahwa ada hubungan ekspresi power puncak yang signifikan ($p < 0,001$) pada pemain elit *Rugby Union*, lebih tinggi dibandingkan dengan rekan-rekan atlet junior. Demikian pula, Baker (2001) menyatakan bahwa pemain liga profesional *Rugby (National Rugby League)* menghasilkan power secara signifikan lebih tinggi di kedua gerakan tubuh atas dan

bagian bawah dibandingkan dengan pemain pelajar (*Student Rugby League*). Selain itu, Fry dan Kraemer (1991) menunjukkan bahwa karakteristik kekuatan dan power dapat membedakan tingkatan bermain di Sekolah Sepakbola Amerika, yakni atlet yang lebih kuat menjadi lebih lazim di tim divisi yang lebih tinggi. Demikian pula, Barker et al. (2001) melaporkan bahwa kapasitas maksimal kekuatan dan power mampu membedakan antara pemain *starter* dan yang bukan *starter*. Peterson, (2006) membandingkan pemain perempuan cabang olahraga permainan seperti basket, voli, dan softball, korelasi yang signifikan telah ditemukan antara kekuatan maksimal dan power puncak ($r = 0,719$) dan waktu tes kelincahan ($r = -0,408$). Pada laki-laki (basket, voli) dan perempuan (basket, voli, dan softbali) dari berbagai olahraga yang dijadikan dalam satu kelompok, kembali kekuatan *squat* sangat berkorelasi dengan power maksimal ($r = 0.917$) dan kelincahan tes T ($r = -0,784$). Berdasarkan pengetahuan ilmiah kontemporer, terbukti bahwa kekuatan maksimal, laju pengembangan kekuatan, dan puncak kapasitas power merupakan atribut penting yang perlu dikembangkan ketika melaksanakan program latihan kekuatan dan kondisi fisik.

Cronin dan Sleivert, (2005), mengemukakan bahwa ada tiga pemikiran untuk memaksimalkan power, pertama menggunakan intensitas rendah <50% dari 1RM yang optimal untuk pengembangan kapasitas power (Kirby, 2010), sedangkan cara kedua mengusulkan beban lebih berat, yaitu 50-70% 1RM (Verkhoshansky:1989). Pemikiran ketiga menunjukkan pendekatan metode campuran, yaitu kombinasi berbagai latihan beban dan jenis latihan yang digunakan untuk mengoptimalkan power (Bompa & Haff: 2009). Todd,dkk,(2011), meneliti tentang pengaruh 24 minggu kombinasi latihan beban elastis dan latihan beban konvensional terhadap kinerja otot atlet angkat besi pemula. Todd dkk,

menemukan bahwa kombinasi latihan beban elastis (EB) telah terbukti lebih berpengaruh dari pada metode konvensional (FW) dan kelompok kontrol (Gambar 2-12).



Gambar 2-12. Pengaruh latihan *CON=control group; FW=free weight group; EB=elastic band and free weight combined training group* (Todd dkk, 2011)

Untuk memahami atribut latihan utama yang berkontribusi terhadap *output power* maksimal, penting kiranya memahami definisi dasar power dan bagaimana hal itu dihitung secara matematis. Secara mekanika power sering disebut sebagai laju melakukan pekerjaan (Knudson, DV.,2009) dan dihitung dengan mengalikan kekuatan dan kecepatan (Newton, Kraemer dan Hakkinen., 2009). Berdasarkan persamaan matematika tersebut, terbukti bahwa 2 komponen utama yang mempengaruhi kemampuan atlet untuk menghasilkan *output power* tinggi yakni kemampuan menerapkan tingkat tinggi kekuatan yang cepat (*force*) dan mengekspresikan kecepatan kontraksi tinggi (*velocity*) (Kawamori, N., and Haff, GG., 2004).

Demikian juga Baker, D., 1996, berpendapat bahwa stimulus latihan yang ideal untuk mengembangkan power adalah sebagai berikut:

- a. Kekuatan tinggi-kecepatan rendah
- b. Kekuatan rendah-kecepatan tinggi
- c. Kekuatan tinggi-kecepatan tinggi

Hubungan terbalik antara kekuatan dan kecepatan di mana ia dapat menghasilkan kontraksi otot konsentrik menurun sebagai akibat kecepatan gerakan meningkat sering digambarkan oleh kurva karakteristik .

a. Program Pelatihan *Complex Training*

1) Variabel Program Pelatihan *Complex Training*

a) Tujuan Pelatihan *Complex Training*

Tujuan pelatihan *complex training* adalah mensimulasi serat otot berkedut cepat sebagai penentu untuk meningkatkan prestasi olahraga dinamis (Brandom., 1999), karena serat ini dapat berkontraksi 2 sampai 3 kali lebih cepat daripada slowtwitch (Pye, J.A. 2010: 62). Seperti telah disampaikan oleh McMorris & Hale., (2006: 194-195) bahwa serat otot terbagi menjadi 2 jenis, yaitu serat otot cepat (IIa dan IIb) dan serat otot lambat. Jenis serat otot berkedut cepat IIb adalah turbocharger dari mesin kekuatan atlet (Pye, J.A. 2010). Tapi turbocharger ini sangat sulit untuk mengaktifkan sepenuhnya, karena akan ada sebanyak 1.000 serat setiap satu motor neuron di motor unit otot (Brandom, 1999). Untuk mengembangkan kekuatan serat otot jenis IIb perlu ditargetkan dan menjadi tujuan utama, karena akan menghasilkan kekuatan paling

eksplosif sehingga memungkinkan power maksimum. Adapun Jenis-jenis latihan yang mengembangkan serat jenis IIb adalah sebagai berikut:

- (1) Pelatihan kekuatan dengan irama cepat, seperti squats dengan melompat.
- (2) Pelatihan pliometrik, misalnya melompat-lompat.

Banyak atlet termasuk latihan pliometrik dalam program pelatihan mereka dan menyadari manfaat. Namun, sedikit kurang dikenal bahwa kombinasi kekuatan tradisional dan latihan pliometrik bersamaan (pelatihan kompleks) menghasilkan lebih besar Tipe IIb perekrutan dan perbaikan akibatnya lebih besar dalam kekuasaan dan laju pembangunan kekuatan.

Sebuah motor neuron bertindak sebagai semacam kunci kontak ke bundel nya dari serat power-memproduksi. Dalam situasi pelatihan dan kompetisi normal, 'memutar kunci' membutuhkan pendekatan mental yang sangat terfokus. Hanya akan melalui gerakan tidak menggairahkan jenis serat IIb cukup untuk mencapai angkat berat PB atau serangkaian batas. Bahkan, ia berpendapat bahwa bahkan ketika seorang atlet 'psyched' - yaitu menerapkan tekanan mental yang besar untuk melepaskan kekuatan dari serat berkedut cepat mereka, ini mungkin masih tidak cukup. Hal ini karena ini bahwa latihan kombinasi kekuatan, dengan ketidakmampuan tampak mereka untuk sepenuhnya mempotensiasi serat berkedut cepat seiaha-olah dengan sihir, telah menjadi sangat menarik. Cara pliometrik dan bobot latihan diperintahkan ke latihan kombinasi kekuatan dapat memiliki dampak yang signifikan terhadap adaptasi

pelatihan dan potensiasi. Ada dua pendekatan dasar:

- pelatihan Complex. Hal ini melibatkan melakukan set latihan berat badan sebelum set latihan pliometrik terkait - misalnya tiga set 10 setengah jongkok, sebelum tiga set 10 squats melompat. Kombinasi seperti set dikenal sebagai 'kompleks';
- pelatihan Kontras. Ini melibatkan bolak set beban pertama kemudian pliometrik latihan - misalnya satu set 10 setengah jongkok diikuti oleh satu set dari 10 jongkok melompat, diulang tiga set.

Efek pelatihan Complex

Dikatakan bahwa latihan beban untuk kedua kompleks dan kontras pelatihan latihan harus lebih dari 70% dari 1 maksimum pengurangan (1RM), karena beban lebih ringan dianggap tidak memadai untuk mengaktifkan serat IIB jenis dan berangkat efek potensiasi. Meskipun banyak penelitian poin untuk keberhasilan kekuatan kombinasi latihan (lihat PP 114 Feb 99 dan PP 125 Nov 99), sejumlah pertanyaan telah diajukan - paling tidak selama efek potensiasi sendiri. Jones dan rekan, misalnya, memandang pelatihan kompleks dan squats berat efek memiliki pada melompat kontra-gerakan (CMJ) dan kedalaman jump (Dj) tinggi, dan aktivitas otot, yang diukur dengan elektromiografi (EMG), di pliometrik berikutnya latihan.

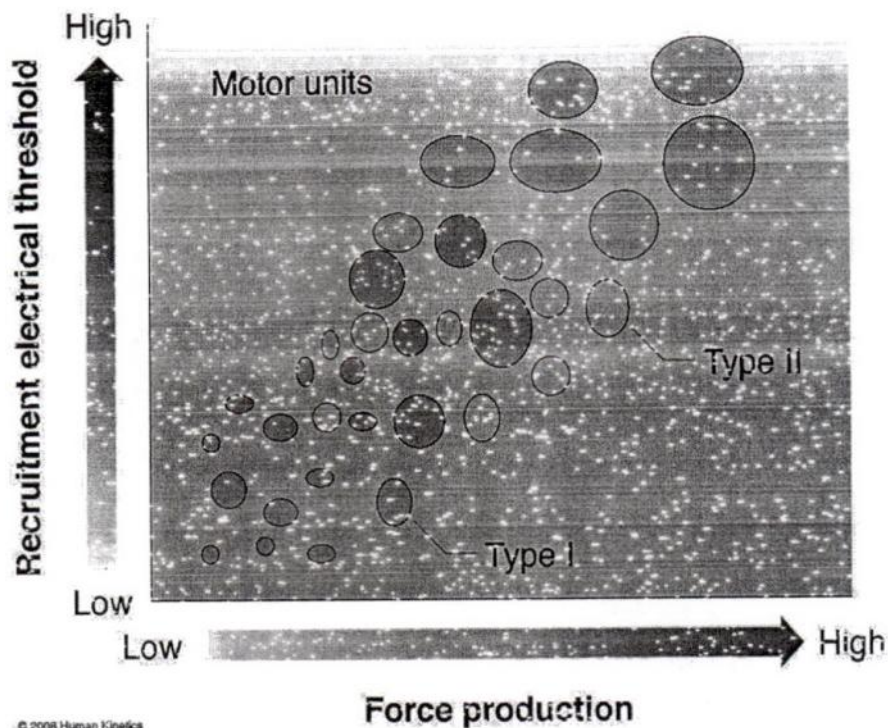
Adams (1992) melakukan penelitian dengan tiga kelompok pelatihan yang terdiri dari sekelompok jongkok, kelompok pliometrik, dan jongkok kombinasi dan kelompok pliometrik melihat peningkatan produksi listrik melalui penggunaan tes melompat vertikal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jongkok dan pliometrik program pelatihan kombinasi

lebih efektif daripada baik protokol pelatihan saja untuk meningkatkan produksi listrik (Adams, 1992).

Istilah 'tempo' digunakan untuk menentukan kecepatan gerakan latihan latihan beban. Lebih khusus lagi, itu adalah tingkat pergerakan berat badan atau anggota tubuh yang terlibat dalam setiap latihan kekuatan. Kebanyakan binaragawan mungkin mengubah pilihan mereka latihan, set, repetisi, dan waktu istirahat, tapi satu variabel yang telah terlewatkan, dan yang secara signifikan dapat mempengaruhi hasil pelatihan tempo latihan. Selama bertahun-tahun, kecepatan pengulangan standar telah mengangkat ke atas atau konsentris dalam dua detik dan menurunkan berat badan secara perlahan atau eksentrik dalam empat detik, dengan cara yang terkontrol lambat untuk massa otot yang optimal. Beberapa pelatih top bahkan telah mengambil jenis pelatihan langkah lebih lanjut dan mengembangkan apa yang dikenal sebagai pelatihan SuperSlow (Durand, R., 2006).

Fakta menarik adalah bahwa tidak ada penelitian untuk memvalidasi bahwa tempo ini adalah kecepatan optimal untuk meningkatkan hipertrofi otot. Menurut sebuah penelitian yang diterbitkan dalam *European Journal of Applied Physiology*, menurunkan berat badan secara perlahan mungkin bukan cara terbaik untuk meningkatkan massa otot dan kekuatan. Dalam penelitian tersebut, subjek laki-laki dan perempuan ditugaskan untuk melatih selama 10 minggu baik dua jenis pelatihan: kecepatan lambat atau cepat pelatihan eksentrik. Pada akhir penelitian, kelompok yang dilatih dengan kontraksi eksentrik yang cepat memiliki peningkatan terbesar dalam hipertrofi otot. Hipertrofi otot tipe

IIB serat (tipe yaitu IIB serat serat berkedut cepat) meningkat dari 6% menjadi 13% dalam mata pelajaran. Kelompok lambat tidak mengalami kenaikan massa otot (1). Ini bukan satu-satunya studi untuk peiatihan dokumen dengan kontraksi eksentrik yang cepat yang terbaik untuk meningkatkan massa otot. Misalnya, Farthing et al. (25) melaporkan temuan serupa bahwa cepat eksentrik menurunkan lebih unggul untuk memperlambat eksentrik menurunkan. Pria dan wanita dilatih jumlah yang sama repetisi dan set tetapi satu-satunya perbedaan adalah kecepatan di mana mereka melakukan repetisi. Kelompok menurunkan cepat eksentrik meningkatkan hipertrofi otot sebesar 13% sedangkan kelompok eksentrik lambat meningkat hipertrofi otot sebesar 7,8%. Dalam tindak lanjut studi oleh Farthing dan rekan, dibandingkan cepat dan lambat pelatihan, sekelompok 12 orang terlatih yang dilakukan kedua lengan tiga hari per minggu selama delapan minggu (2). Para pria terlatih satu tangan menggunakan kecepatan cepat, sementara mereka melakukan jumlah yang sama repetisi untuk lengan lainnya pada kecepatan yang lambat. Pada akhir penelitian, serat otot I Type meningkat dalam ukuran rata-rata 9% dengan tidak ada perbedaan yang signifikan antara pelatihan cepat atau lambat. Perubahan di daerah serat setelah pelatihan untuk serat tipe II lebih besar pada cepat terlatih versus lengan lambat terlatih. Selain peningkatan yang lebih besar dalam jenis serat IIb, cepat eksentrik kelompok kontraksi meningkat kekuatan untuk tingkat yang lebih besar daripada kontraksi lambat.



© 2008 Human Kinetics

Gambar 2-15. Adaptasi neural (Ratamess, 2010)

Menurut Dr Verkhoshansky, tempo latihan resistensi memiliki dampak yang signifikan pada pengembangan kekuatan otot (ini adalah karena peningkatan serat berkedut cepat). Dr Verkhoshansky melaporkan bahwa kombinasi tempo gerakan yang berbeda menghasilkan keuntungan unggul dalam kekuatan dibandingkan dengan set tempo. Dalam penelitian tersebut, selama studi 10-minggu, kelompok laki-laki yang terlatih dengan kombinasi tempo menghasilkan peningkatan 22 kg dalam kekuatan, namun menggunakan kecepatan tempo standar menghasilkan hanya meningkat 16,3 kg dalam kekuatan (4). Hasil penelitian ini menunjukkan pentingnya mengubah kecepatan pengulangan selama siklus pelatihan.

Tabel 2-16. Adaptasi latihan beban (Ratamess, 2010).

Enzyme activity	
Creatine phosphokinase	Increases
Myokinase	Increases
Phosphofructokinase	Increases
Lactate dehydrogenase	No change or variable
Sodium-potassium ATPase	Increases
Metabolic energy stores	
Stored ATP	Increases
Stored creatine phosphate	Increases
Stored glycogen	Increases
Stored triglycerides	May increase
Connective tissue	
Ligament strength	May increase
Tendon strength	May increase
Collagen content	May increase
Bone density	No change or increases
Body composition	
% body fat	Decreases
Fat-free mass	Increases

ATP = adenosine triphosphate; ATPase = adenosine triphosphatase.
© 2008 Human Kinetics

Jumlah berat diangkat tergantung pada hukum fisika, yaitu $\text{Force} = \text{Massa} \times \text{Percepatan}$. Ini berarti jumlah gaya yang dihasilkan selama *lifting* dapat ditingkatkan dengan mengangkat beban lebih berat atau mengangkat jumlah yang sama berat dengan irama lebih cepat. Jika melakukan *lifting* berat beban dan repetisi sama, maka mengangkat dengan percepatan lebih, akan menghasilkan lebih banyak kekuatan. Hal ini berarti sistem aktivasi saraf pusat yang lebih besar. Ini bukan konsep baru, pada tahun 1954 sebuah studi oleh *Bigland - Ritchie* dan *Lippold*, menunjukkan bahwa semakin cepat berat dipercepat melalui *lift*, sistem aktivasi lebih besar diperlukan untuk gerakan (5). Unit motor lebih atau serat otot yang diaktifkan dalam pengulangan, aktivasi yang lebih besar dalam sistem saraf pusat . Ini merupakan peningkatan intensitas pelatihan. Selama kontraksi otot, unit motorik atau serat otot yang

direkrut dalam kaitannya dengan gaya yang dihasilkan oleh otot . Sebagai contoh, selama kontraksi otot lambat tipe I serat direkrut tetapi sebagai beban kerja meningkat lebih tipe IIa dan IIb akhirnya, serat direkrut. Ini adalah prinsip dasar perekrutan motor unit.

Yang unik tentang kontraksi eksentrik adalah ada beberapa bukti yang menunjukkan bahwa prinsip ukuran bisa diubah atau bahkan dibalik selama jenis tertentu dari gerakan-khususnya yang mengandung eksentrik (otot memanjang) komponen-sehingga cepat-kedutan unit motor direkrut sebelum unit motorik lambat-kedutan (24). Ada kemungkinan bahwa perekrutan preferensial unit motor cepat-kedutan dipengaruhi oleh kecepatan kontraksi eksentrik, dan hanya dapat terjadi dengan menggunakan moderat untuk kecepatan cepat.

Ketika memeriksa potensi hipertrofi antara serat otot (tipe yaitu lambat I dan cepat tipe II) , ada perbedaan . Secara umum, serat otot Tipe IIb memiliki potensi terbesar untuk hipertrofi otot namun adalah serat terakhir yang direkrut selama tumpangan . Ini adalah kesalahan dasar dalam prinsip-prinsip pelatihan SuperSlow , dengan kekuatan rendah atau kegiatan yang lambat , tipe I serat diaktifkan terlebih dahulu kemudian sebagai latihan menjadi jenis yang lebih melelahkan IIa dan IIb kemudian ketika serat direkrut kemudian. Bila menggunakan latihan peledak cepat , kedutan unit motor yang lebih cepat diaktifkan dan lebih hipertrofi dapat terjadi . Hipertrofi hanya akan terjadi pada mereka serat otot yang kelebihan beban , sehingga serat berkedut cepat harus direkrut selama pelatihan agar hipertrofi terjadi (6) . Kebanyakan binaragawan tidak melatih eksplosif dan bisa mendapatkan keuntungan dari menggabungkan

pliometriks atau kecepatan gerakan resistensi multi - komponen peledak ke dalam rejimen pelatihan mereka . Sebagai contoh, kebanyakan binaragawan memiliki peningkatan dalam jenis serat IIa yang terjadi selama studi latihan ketahanan dengan tidak ada perubahan dalam jenis serat IIb (7). Ini mungkin sebagian karena menggunakan volume tinggi (yaitu 5-8 set) dan pengulangan yang tinggi (yaitu 10-15 repetisi) pelatihan . Namun, menggabungkan pliometriks dan lift peledak lainnya dapat menyebabkan pertumbuhan otot tambahan serat IIb . Sebagai contoh, ada banyak studi yang telah mendokumentasikan peningkatan jenis serat IIb setelah pelatihan peledak berat badan (8 , 9) dan pliometriks (10 , 11) . Misalnya, ketika subjek laki-laki melakukan pelatihan pliometriks selama tiga hari seminggu selama delapan minggu menghasilkan peningkatan yang signifikan dalam jenis IIb serat hipertrofi dan produksi puncak kekuatan . Pelatihan pliometriks terdiri dari melompat vertikal , melompat-lompat , dan kedalaman jump (22) .

Ketika serat IIb yang digunakan selama gerakan menghasilkan kekuatan yang tinggi . Hanya ingat , untuk setiap kecepatan tertentu , kekuatan produksi oleh otot meningkat dengan persentase serat berkedut cepat dan, sebaliknya , pada setiap keluaran tenaga yang diberikan , kecepatan meningkat dengan persentase serat berkedut cepat . Misalnya, melihat paha 100m pelari dibandingkan dengan pelari jarak . Pelari kelas dunia memiliki kaki yang akan membuat beberapa binaragawan cemburu . Pelari melatih cepat dan eksplosif , memanfaatkan persentase yang jauh lebih besar dari tipe IIa , IIb dan ketik serat selama pelatihan , dibandingkan dengan pelari jarak yang terutama bergantung pada jenis

serat saya . Pelari melatih di gym cara mereka menjalankan , cepat dan eksplosif . Sebuah sprinter khas melatih dengan jongkok ledakan , banyak melompat pliometrik , dan latihan melompat-lompat . Spesifisitas pelatihan menyatakan bahwa Anda harus berat kereta seperti Anda tampil di kompetisi Anda . Sebagai contoh, pemain basket ditugaskan untuk baik kereta dengan pelatihan tradisional berat badan atau latihan beban tradisional ditambah pliometriks eksentrik ledakan selama enam minggu . Sementara kedua kelompok mengalami kenaikan melompat vertikal mereka pada akhir penelitian , kelompok yang dilatih dengan latihan beban dan pliometriks meningkat rata-rata melompat vertikal mereka secara keseluruhan sebesar 8 % (26) . Dengan demikian , kekuatan tinggi pelatihan eksentrik dapat meningkatkan keuntungan dan kekuatan otot mungkin dengan meningkatkan ukuran otot .

Mengapa SuperSlow Pelatihan Tidak Bekerja

Pelatihan SuperSlow (SST) melibatkan melakukan repetisi sangat lambat , dalam tempo 4-1-10 . Itu adalah gerakan 10 -detik konsentris per rep , jeda 1 detik , dan kemudian gerakan menurunkan 10 detik . Dalam SST , Anda mengambil momentum dari gerakan dan meletakkan semua ketegangan pada otot . Kedengarannya bagus untuk hipertrofi otot dan tanggapan metabolik kan? Kedengarannya bagus dalam teori , tapi itu hanya tidak memiliki tanah dalam penelitian . Sebagai contoh, peneliti membandingkan denyut jantung dan konsumsi oksigen dalam tujuh pemuda yang telah terlibat dalam pelatihan kekuatan untuk setidaknya satu tahun . Dalam studi ini , setiap atlet menyelesaikan dua latihan dirancang untuk melatih semua kelompok otot utama mereka

, satu menggunakan teknik - pelatihan tradisional dan SST lainnya . Latihan dipisahkan oleh interval tiga hari dan subjek secara acak ditugaskan untuk perintah pengobatan - baik SST pertama atau pelatihan tradisional pertama . Latihan yang dilakukan meliputi ekstensi kaki , bench press , bisep ikal , ikal kaki , ikal Perancis , baris membungkuk , reverse ikal , menekan militer , baris tegak dan squats . Denyut jantung dan tingkat konsumsi oksigen menit-demi - menit yang direkam selama setiap latihan dan selama 15 menit setelah sesi juga, tingkat darah - laktat diukur segera setelah pelatihan berakhir . Ketika peneliti mencoba untuk menentukan berapa banyak resistensi dapat digunakan selama kinerja delapan repetisi super-lambat dari latihan , mereka menemukan bahwa tidak ada mata pelajaran dapat menyelesaikan diperlukan delapan repetisi untuk setiap latihan dengan lebih dari 30 % dari 1RM . Sebagai pembaca yang cerdas , Anda dapat langsung melihat bagaimana SST memiliki dampak sangat membatasi pada intensitas pelatihan . Menggunakan 30 % dari 1RM dianggap resistensi yang sangat ringan , dan intensitas rata-rata yang digunakan oleh sebagian besar atlet selama kekuatan dan hipertrofi otot latihan adalah sekitar 80 % dari 1RM . Ingat , beban besar (80 % dari 1 - RM) akan menyebabkan perekrutan cepat kedutan unit motor cepat yang memiliki potensi pertumbuhan yang tinggi . Pada akhir penelitian , total pengeluaran energi bersih adalah sekitar 45 % lebih tinggi untuk latihan beban tradisional dibandingkan dengan SST . Tanggapan laktat pasca-latihan hampir 2 kali lebih besar setelah latihan beban tradisional dibandingkan dengan SST (12) . Begitu banyak untuk SST untuk meningkatkan metabolisme .

Dalam penyelidikan lain, keuntungan dalam kekuatan terkait dengan 10 minggu latihan resistensi tradisional dibandingkan dengan mereka yang menggunakan SST (13). Subjek penelitian ini adalah 14 wanita, berusia 19-45 tahun, yang secara acak ditugaskan untuk baik biasa atau SST. Kedua kelompok dilatih tiga kali seminggu selama masa studi, melakukan kaki menekan, ikal kaki, ekstensi kaki, anterior lateral yang pull-down, bangku menekan, baris duduk, ikal bisep, dan trisep ekstensi. Setelah 10 minggu, kelompok tradisional telah membaik 1RM signifikan lebih dari SST untuk bench press (34% vs 11%), anterior lat pull-down (27% vs 12%), leg press (33% vs 7%), ekstensi kaki (56% vs 24%) dan ikal kaki (40% vs 15%). Peningkatan kelompok tradisional di total berat mengangkat secara signifikan lebih besar dibandingkan dengan SST (39% vs 15%). Meskipun para pendukung SST mungkin merasa mengangkat perlahan-lahan lebih sulit, tanggapan pelatihan tidak menambahkan hingga peningkatan keuntungan pelatihan.

Mengapa Eccentric Kontraksi Terbaik untuk Hypertrophy Otot.

Jadi mengapa sangat penting untuk menekankan ledakan eksentrik (ECC) kontraksi dalam rutinitas latihan Anda. Ketika membandingkan jumlah gaya yang dapat diberikan oleh kontraksi otot, kontraksi ECC menghasilkan produksi lebih tinggi dari kekuatan konsentris (CON) kontraksi. Ketika membandingkan maksimal kontraksi ECC kontraksi CON maksimal, biasanya Anda dapat menangani beban kerja sekitar 30-40% lebih besar selama ECC kontraksi. Selain itu, telah dilaporkan bahwa tipe II serat b lebih rentan terhadap kerusakan latihan eksentrik disebabkan otot daripada tipe I serat, yang dapat menjelaskan bagaimana

ECC kontraksi cepat menginduksi hipertrofi otot (23). Semakin besar kekuatan kapasitas produksi dan tingkat yang lebih tinggi dari kerusakan otot dapat merangsang hipertrofi melalui berbagai mekanisme.

ECC Kontraksi otot dan Protein Sintetis.

HargaHewan dan manusia telah mendokumentasikan bahwa tingkat sintesis protein meningkat secara dramatis setelah ECC latihan , sedangkan tingkat sintesis protein setelah latihan CON tidak diangkat ke tingkat yang sama . Wong dan Boothe (14 , 15) melaporkan bahwa ECC kontraksi otot menginduksi hipertrofi jaringan melalui kinetika protein yang berbeda dari pelatihan CON . Dalam studi mereka , tikus dilakukan secara elektronik 24 kontraksi diinduksi baik plantar fleksi (gastrocnemius) atau ekstensi (tibialis anterior) setiap empat hari selama 10 minggu . Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengukur akut (12-17 jam) dan pasca - latihan tingkat sintesis protein (36-41 jam) kali kontraksi identik untuk kedua CON dan pelatihan ECC serta hipertrofi jaringan . Kontraksi CON akut meningkatkan tingkat sintesis protein gastrocnemius sebesar 38 % tetapi pelatihan CON gagal menghasilkan hipertrofi otot walaupun terjadi peningkatan sintesis protein . Bertentangan dengan pelatihan CON , pelatihan ECC akut mengakibatkan signifikan lebih tinggi protein tingkat sintesis 58 % dibandingkan dengan 38 % . Pasca-latihan tingkat sintesis protein dari ECC tetapi tidak latihan CON mengakibatkan peningkatan tingkat sintesis protein untuk 36-41 jam setelah latihan . ECC latihan diproduksi hipertrofi otot , sedangkan protokol CON serupa gagal menghasilkan hipertrofi otot . Sintesis protein meningkat pada tibialis anterior (TA) setelah sesedikit 1 menit dari total durasi kontraksi (24

repetisi) sebesar 30 % dan 8 menit dari total waktu kontraksi (192 pengulangan) lebih meningkat TA sintesis protein sebesar 45 % di atas kontrol. Secara bersama-sama , ketika CON dan ECC kontraksi dilakukan dengan total kali kontraksi yang sama data menunjukkan bahwa ECC latihan mungkin memainkan peran lebih besar dalam hipertrofi otot dari latihan CON karena pemecahan protein myofibrillar lebih besar setelah latihan . Oleh karena itu dapat dihipotesiskan bahwa pelatihan ECC dapat menghasilkan lingkungan yang lebih anabolik karena meningkatnya degradasi protein yang diikuti oleh peningkatan yang cepat dalam sintesis protein . Kenaikan yang lebih besar dalam tingkat protein sintesis yang berspekulasi terjadi karena ECC latihan menyebabkan lebih banyak kerusakan , yang menghasilkan omset protein , yang harus diganti dengan protein baru . Ini adalah kerusakan yang dihasilkan dari ECC latihan yang merangsang mediator imunologi untuk mengangkat jaringan dan perbaikan jaringan yang rusak yang rusak oleh penggabungan protein baru .

Pelatihan ECC dan Hypertrophy Otot.

ECC kontraksi tidak hanya penting bagi hipertrofi otot , tetapi beberapa penelitian menunjukkan bahwa peran mereka tampaknya penting (18 , 19) . Cote et al . (19) diuji subyek menetap menggunakan CON maksimal hanya pelatihan pada kekuatan pelatihan rutin isokinetic selama 10 minggu . Tidak ada perubahan signifikan dalam rata-rata daerah serat otot rangka (yaitu tidak ada hipertrofi otot) yang diamati . Cote berspekulasi bahwa alasan peralatan resistensi isokinetic gagal untuk menghasilkan hipertrofi jaringan adalah karena tidak adanya ECC kontraksi

dalam pelatihan rutin. Hather et al . (17) mencatat bahwa kontraksi CON tanpa kontraksi ECC gagal menghasilkan otot hipertrofi jaringan . Delapan laki-laki dilatih ekstensi kaki unilateral dan leg press baik dengan CON / ECC kontraksi atau CON / CON (dilakukan dua kali lebih banyak kontraksi CON) kontraksi selama 4-5 set 6-12 repetisi dan dua hari seminggu selama 19 minggu . Hanya kelompok CON / ECC menunjukkan peningkatan rata-rata serat , sedangkan kelompok tampil di kontraksi CON tidak memiliki peningkatan hipertrofi otot . Selain itu , Hortobagyi et al . (20) memiliki 15 laki-laki melatih baik CON isokinetically atau ECC selama 12 minggu . Setiap subjek dilatih dengan 4-6 set 8-12 repetisi , 3 kali seminggu . Pada akhir 12 minggu , serat Tipe I tidak meningkat secara signifikan pada kedua kelompok . Aspek yang paling menarik dari studi ini adalah bahwa daerah serat Type II meningkat 10 kali lebih pada kelompok ECC dibandingkan dengan kelompok CON .

Dalam sebuah penelitian serupa , Higbie et al . (21) memiliki 16 wanita melatih isokinetically baik CON atau ECC . Subyek melatih 3 kali seminggu menggunakan 3 set 10 repetisi selama 10 minggu . Luas penampang paha diukur dengan pencitraan resonansi magnetik meningkat lebih pada kelompok ECC - pelatihan (6,6 %) dibandingkan kelompok CON - pelatihan (5,0%) . Satu mungkin berspekulasi bahwa pelatihan ECC menghasilkan hipertrofi lebih besar karena menghasilkan torsi yang lebih besar, namun, pelatihan ECC pada intensitas pelatihan rendah juga telah terbukti untuk merangsang hipertrofi otot.

Pelatihan ECC dan Hypertrophy Otot

ECC kontraksi tidak hanya penting bagi hipertrofi otot , tetapi beberapa

penelitian menunjukkan bahwa peran mereka tampaknya penting (18 , 19) . Cote et al . (19) diuji subyek menetap menggunakan CON maksimal hanya pelatihan pada kekuatan pelatihan rutin isokinetic selama 10 minggu . Tidak ada perubahan signifikan dalam rata-rata daerah serat otot rangka (yaitu tidak ada hipertrofi otot) yang diamati . Cote berspekulasi bahwa alasan peralatan resistensi isokinetic gagal untuk menghasilkan hipertrofi jaringan adalah karena tidak adanya ECC kontraksi dalam pelatihan rutin .

Hather et al . (17) mencatat bahwa kontraksi CON tanpa kontraksi ECC gagal menghasilkan otot hipertrofi jaringan . Delapan laki-laki dilatih ekstensi kaki unilateral dan leg press baik dengan CON / ECC kontraksi atau CON / CON (dilakukan dua kali lebih banyak kontraksi CON) kontraksi selama 4-5 set 6-12 repetisi dan dua hari seminggu selama 19 minggu . Hanya kelompok CON / ECC menunjukkan peningkatan rata-rata serat , sedangkan kelompok tampil di kontraksi CON tidak memiliki peningkatan hipertrofi otot . Selain itu , Hortobagyi et al . (20) memiliki 15 laki-laki melatih baik CON isokinetically atau ECC selama 12 minggu . Setiap subjek dilatih dengan 4-6 set 8-12 repetisi , 3 kali seminggu . Pada akhir 12 minggu , serat Tipe I tidak meningkat secara signifikan pada kedua kelompok . Aspek yang paling menarik dari studi ini adalah bahwa daerah serat Type II meningkat 10 kali lebih pada kelompok ECC dibandingkan dengan kelompok CON. Dalam sebuah penelitian serupa , Higbie et al . (21) memiliki 16 wanita melatih isokinetically baik CON atau ECC . Subyek melatih 3 kali seminggu menggunakan 3 set 10 repetisi selama 10 minggu . Luas penampang paha diukur dengan pencitraan resonansi magnetik

meningkat lebih pada kelompok ECC - pelatihan (6,6 %) dibandingkan kelompok CON - pelatihan (5,0%) . Satu mungkin berspekulasi bahwa pelatihan ECC menghasilkan hipertrofi lebih besar karena menghasilkan torsi yang lebih besar , namun , pelatihan ECC pada intensitas pelatihan rendah juga telah terbukti untuk merangsang hipertrofi otot.

Kekuatan, Pentingnya kebugaran fisik dalam keberhasilan dan kinerja atlet jelas dan tak terbantahkan. Mencapai kebugaran fisik bersama dengan belajar dan kinerja yang efektif dari teknik dan taktik lead untuk kejuaraan dan mengesankan memecahkan rekor. Salah satu elemen penting dalam kebugaran fisik adalah kekuatan otot dan daya tahan. Memiliki kekuatan adalah dasar untuk sukses dalam banyak olahraga, untuk penggunaan yang efektif kemampuan fisik lainnya termasuk kelincahan, *power*, bahkan ketahanan memerlukan kekuatan yang cukup. Selain itu, kekuatan yang cukup dianggap sebagai salah satu aspek yang paling penting dalam kondisi fisik yang berhubungan dengan *health related fitness* dan kinerja fisiologis pada anak-anak dan orang dewasa. Kekuatan juga merupakan faktor penting dalam kinerja motorik anak dan orang dewasa [10 & 12].

- (12), Gharakhanloo, R., 2006. Tests for measuring physical fitness and skill and mental readiness. National Olympic Committee, (10) Gaeni, A.A., 2005. Science and soccer. National Olympic Committee.

Mengingat pentingnya masalah ini , tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh dari 8 Pelatihan Resistance minggu dengan submaksimal intensitas pada kebugaran otot laki-laki berusia 16-18 tahun pemain sepak bola . Hasil penelitian

menunjukkan bahwa performing resistensi pelatihan - i.e resistansi rendah / tinggi pengulangan - dalam jangka waktu delapan minggu memiliki efek positif yang signifikan pada tiga faktor fisik kebugaran. Temuan dari penelitian ini adalah , untuk besar batas , konsisten dengan temuan penelitian lain .Christou et al . (2006) mempelajari pengaruh resistensi pelatihan pemain sepak bola remaja . penelitian ini meneliti efek dari resistensi progresif program pelatihan di samping pelatihan sepak bola dikemampuan fisik remaja laki-laki , dan menyimpulkan bahwa pelatihan sepak bola saja meningkatkan kekuatan maksimum pincang rendah dan kelincahan , sementara resistance training meningkatkan kekuatan maksimal dari atas dan tubuh bagian bawah . Dengan demikian, Kombinasi sepak bola dan pelatihan ketahanan bisa digunakan untuk pengembangan keseluruhan fisik kapasitas anak-anak muda [20] . Dalam penelitian lain , Ronnestad et al . (2008) mempelajari efek jangka pendek kekuatan dan pelatihan pliometrik pada lari dan melompat kinerja pemain sepak bola profesional . Mereka menemukan bahwa latihan kekuatan mengarah ke signifikan keuntungan dalam kekuatan dan pengukuran terkait kekuasaan –in pemain sepak bola profesional [21] . Kotzamanidis (2005) melakukan penelitian tentang pengaruh gabungan. Program latihan kekuatan intensitas tinggi dan kecepatan pada berlari dan melompat kemampuan pemain sepak bola . Mereka menyimpulkan bahwa perlawanan gabungan dan program berjalan kecepatan memberikan hasil yang lebih baik daripada pelatihan

ketahanan konvensional, mengenai kinerja kekuatan pemain sepak bola [22]. et Wisloff al. (2004) meneliti korelasi kuat kekuatan squat maksimal dengan kinerja lari dan tinggi melompat vertikal dalam pemain sepak bola elit. itu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan maksimal setengah jongkok menentukan kinerja berlari dan melompat tinggi di pemain sepak bola tingkat tinggi, namun kekuatan jongkok tinggi tidak berarti mengurangi oksigen maksimal

konsumsi [23]. Chelly et al. (2009) mempelajari efek dari program pelatihan jongkok kembali pada kaki pertunjukan kekuatan, melompat, dan berlari di SMP pemain sepak bola. Kedua kekuatan-kecepatan khas hubungan dan kurva parabola mekanik antara kekuasaan dan kecepatan meningkat setelah Program latihan kekuatan. Kaki dan otot paha volume dan luas penampang (CSA) dari kelompok pelatihan resistensi tetap tidak berubah setelah latihan kekuatan. Mereka direkomendasikan sepak bola junior pemain untuk menggunakan resistensi eksternal dinamis konstan latihan sebagai bagian dari program pelatihan tahunan di rangka meningkatkan kinerja mereka [24]. Wong et al. (2009) meneliti efek dari 12 minggu di lapangan gabungan kekuatan dan pelatihan daya fisik kinerja antara U - 14 pemain sepak bola muda. itu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan dan kekuasaan gabungan pelatihan (CPST) dapat dilakukan bersama-sama dengan pelatihan sepak bola dengan tidak ada gangguan bersamaan pada

kapasitas aerobik dan dengan peningkatan peledak pertunjukan . Selain itu, mereka menyarankan agar cspt dilakukan selama periode pramusim ketimbang di - musim untuk menghindari mencukupi pemulihan / istirahat atau overtraining [25] . Juga dalam penelitian ini

melakukan pelatihan ketahanan 8 - minggu ditingkatkan Faktor kebugaran fisik dan hasilnya konsisten dengan temuan Christou , Ronnestad , Kotzamanidis , Wisloff , Chelly , dan Wong .

Kraemer dan rekan kerja menyimpulkan bahwa menggabungkan kekuatan dan ketahanan pelatihan dapat mengakibatkan mengurangi peningkatan kinerja dan gangguan adaptasi fisiologis dibandingkan dengan single-mode jenis pelatihan (daya tahan atau kekuatan pelatihan saja

Kraemer WJ, Patton JF, Gordon SF, Kraemer WJ, Patton JF, Gordon SE, Harman EA, Deschenes MR, Reynolds K, Newton RU, Triplet NT, Dziados JE..Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *J. Appl. Physiol.* 78, 976-989, 1995

B. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan kajian pustaka maka hipotesis penelitian ini adalah: bahwa latihan PCT akan berpengaruh signifikan terhadap peningkatan power tungkai. Peningkatan power tungkai pada latihan PCT lebih baik dari kelompok kontrol .

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan metode eksperimental, yang ditujukan untuk mengungkap pengaruh manipulasi Piramida *Complex Training* (PCT). Menurut Zainudin (2000), jenis penelitian ini ditandai dengan adanya replikasi, randomisasi dan Kontrol. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah *power tungkai*. Adapun rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Pretest-Posttest control Group Design* (Thomas and Nelson., 1996:355), (Montgomery D.C., 2001: 170).

B. Populasi dan sampel penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah mahasiswa semester III (tiga) kelas B jurusan Pendidikan Kepelatihan Olahraga (PKO) Fakultas Ilmu Keolahragaan (FIK) Universitas Negeri Yogyakarta (UNY) tahun akademik 2012 umur 18 sampai 20 tahun terdiri atas 40 orang laki-laki.

Pada penelitian ini teknik pengambilan sampel menggunakan purposive sampling dengan kriteria: mahasiswa prodi PKO, jenis kelamin laki-laki, bersedia menjadi sampel dan aktif dalam penelitian, sampel hadir dalam penelitian sekurang-kurangnya 75%. Dari kriteria tersebut diperoleh jumlah sampel sebanyak 20 orang. Selanjutnya sejumlah 20 tersebut dikenakan tes *power*.

C. Instrumen penelitian

Dalam penelitian ini dipergunakan beberapa instrumen untuk mengukur atau memeriksa variabel penelitian, meliputi: 1) pengukuran TB dan BB, 2) pengukuran *power* menggunakan power jump digital.

D. Teknik Analisis Data

Untuk memberikan makna pada data dalam penelitian ini, maka perlu analisis data menggunakan komputer program SPSS (statistical product and service solution) 14 (Sarwono, 2006). Data dianalisis dengan menggunakan uji t, dan uji normalitas serta homogenitas.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Bab ini membahas pengolahan data hasil penelitian untuk menjawab pertanyaan penelitian terkait dengan *power* otot tungkai. Data tes dan pengukuran variabel penelitian dimaksud, dianalisis menggunakan statistik *parametric* (*Leven's Test untuk homogenitas dan uji normalitas data dengan Explore (Lilliefort Test)*), dan uji t. Data hasil pengukuran variabel kendali berat badan, tinggi badan, usia dan denyut jantung. Berdasarkan *output* diatas, dapat diketahui bahwa:

1. Usia mahasiswa 18 - 22 tahun. Dengan rata-rata usia 19,93 atau 20 tahun.
2. Berat badan mahasiswa 51,22 kg - 75,55 kg. Dengan rata-rata berat badan mahasiswa sebesar 63,05 kg.
3. Tinggi badan mahasiswa 162,3 cm - 171,063 cm.
4. Denyut Jantung minimum mahasiswa yaitu 50 bpm dan denyut jantung maximum mahasiswa yaitu 81 bpm. Dengan rata-rata denyut jantung 63,37 bpm.

A. Uji Prasyarat

Menurut Santoso (2012: 219) menyatakan bahwa variabel-variabel dependen seharusnya berdistribusi normal. (normalitas pada dependen variabel), maka bisa diasumsi bahwa jika masing-masing variabel dependen sudah berdistribusi normal, maka kumpulan variabel dependen (sebagai variat) juga dianggap akan berdistribusi normal.

1. Uji Homogenitas Varian *Lavene's Test*

Uji *Leven's Test* dalam penelitian ini untuk mengetahui apakah varian data sama atau tidak. Untuk mempermudah perhitungan digunakan software SPSS versi 16.0. Sehingga didapatkan *output* analisis sebagai peneliti sebagai sebagaimana disajikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 3.

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Variabel	<i>F</i>	<i>df1</i>	<i>df2</i>	<i>Sig.</i>
<i>Power</i>	.699	5	54	.627

Analisis:

Dari Tabel 3, terlihat angka signifikansi *Levene Test* untuk keempat variabel dependen, yakni variabel *power* (0,627). Analisis *Levene test* terhadap variabel tersebut, seluruhnya lebih besar ($> 0,05$), maka secara keseluruhan H_0 diterima. Hal ini berarti, pada variabel *power*, berarti normal.

1. Deskripsi Statistik Pengaruh Metode Pelatihan

Tabel Deskripsi Statistik Pengaruh Pelatihan

<i>Pos_Pre</i>	Perlakuan	<i>Mean</i>	<i>Std. Deviation</i>	<i>N</i>
<i>Power posttest</i>	PCT	59.2000	8.06639	10
	KONTROL	55.3000	6.05622	10

Berdasarkan uraian di atas, terlihat bahwa metode pelatihan SCT mempunyai pengaruh yang paling besar terhadap peningkatan *power* dibandingkan kelompok kontrol.

Pembahasan

Sebelum pembahasan hasil penelitian perlu dijelaskan kembali bahwa penelitian ini berawal dari permasalahan lemahnya kondisi fisik para mahasiswa prodi PKO angkatan 2013. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh metode pelatihan PCT dan Kontrol terhadap peningkatan *power*. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental, dengan menggunakan rancangan *randomized control group pretest posttest design*. Sampel dalam penelitian ini sebanyak 20 mahasiswa putra.

Hasil penelitian ini membuktikan, bahwa terdapat pengaruh yang signifikan pemberian manipulasi PCT dan Kontrol terhadap peningkatan *power*. Atas dasar hasil penelitian ini perlu dijelaskan bahwa proses adaptasi fungsional tubuh akibat pelatihan *complex training*. Ebben., (2002) menyatakan bahwa pelatihan beban kombinasi dan pliometrik adalah efektif. Dalam hal ini Ebben., (2002) secara eksplisit belum secara tegas menyebutkan efektif dalam mempengaruhi biomotor yang mana. Berkenaan dengan itu arah pembahasan dimulai dengan hal-hal sebagai berikut:

1. Karakteristik sampel

Karakteristik sampel dalam penelitian. sampel random diambil dari seluruh mahasiswa Jurusan Pendidikan Kepeleatihan kelas B yang ditetapkan atas dasar kriteria laki-laki, tidak mengikuti program pemusatan latihan kota/ kabupaten/ daerah atau sejenis pelatihan olahraga intensif terstruktur, sehat, bersedia menjadi sampel dengan mengisi *inform consent*, mau dan mampu melaksanakan tugas sebagai sampel, umur 18-22 tahun. Semua sampel tinggal ditempat tinggal masing-masing. Penetapan umur sampel dalam rentang 18-22 tahun ditujukan untuk mendapatkan kesamaan, diharapkan pada umur

tersebut berada dalam proses pertumbuhan yang relatif sama. Data yang diperlukan untuk analisis diperoleh melalui *pretest* sebelum perlakuan dan *posttest* setelah perlakuan *power* dengan angka signifikansi 0,003.

2. Pengaruh Metode Pelatihan terhadap *power*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa manipulasi PCT dan Kontrol mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan *power* ($P: 003 < 0.05$). adapun rata-rata peningkatan manipulasi PCT (1,3) dan Kontrol (-3,1). Hasil penelitian ini perlu dikaji berdasarkan teori dan temuan-temuan peneliti terdahulu terkait dengan variabel *power*. Sebagai contoh Ebben., (2002) telah mengevaluasi jenis pelatihan tersebut dengan hasil yang beragam. Para penulis menawarkan saran untuk merancang program pelatihan *complex training*, dan merekomendasikan penelitian lebih lanjut untuk menilai potensi efektivitas *complex training*.

Dalam kebanyakan olahraga kemampuan seorang atlet untuk menghasilkan kekuatan dengan cepat dalam gerakan dinamis adalah sangat penting. *Power* otot telah terbukti menjadi faktor penentu dalam prestasi olahraga dan sangat terkait dengan kemampuan otot untuk melaksanakan siklus (SSC). Beberapa metode pelatihan yang berbeda biasa digunakan untuk meningkatkan *power* termasuk berlari menolak, pelatihan kecepatan, latihan kekuatan dan pliometrik.

Andrew, dkk., (2008), merekomendasikan ketinggian rintangan latihan pliometrik tidak lebih dari 20 cm untuk mengurangi risiko cedera. Ahli lain menyarankan tinggi rintangan 46 cm agar pengaruh lebih optimal dan resiko cedera rendah. Sebuah gaya kontraksi yang lebih besar dicapai ketika *bouncing* segera setelah mendarat dari melompat dibandingkan dengan lompatan ketika tekukan lutut lebih dalam (Kreighbaum, 1996).

Salah satu cara untuk menggabungkan dua bentuk pelatihan (latihan beban dan pliometrik) adalah pelatihan *complex training* atau metode kontras. menawarkan saran untuk merancang program pelatihan *complex training*, dan merekomendasikan

penelitian lebih lanjut untuk menilai potensi efektivitas *complex training*. Menurut Ebben., (1998), desain program pelatihan kompleks harus mempertimbangkan variabel penting seperti seleksi latihan, beban, dan istirahat di antara set. baru penelitian menawarkan pedoman tambahan mengenai variabel ini dan juga bagaimana efek terhadap usia dan jenis kelamin. *Complex training* mungkin efektif untuk pelatihan tubuh bagian atas (Evans, dkk., 2000) dan tubuh bagian bawah (Radcliffe dan Radcliffe, 1999) dan mungkin lebih efektif untuk laki-laki (Radcliffe dan Radcliffe, 1999). Selain itu, prasyarat kekuatan dan intensitas pelatihan beban (RM) yang digunakan mungkin bagian penting dalam memunculkan efek *complex training* selama kondisi pliometrik (Young, dkk., 1998). Penelitian Evans, dkk., (2000); Radcliffe dan Radcliffe dkk., (1999) menunjukkan bahwa istirahat 3-4 menit antara latihan beban dan pliometrik mungkin lebih optimal dalam pelatihan *complex training*.

Faigenbaum, dkk., (1999); Zepeda dan Gonzalez., (2000) meneliti pengaruh pelatihan *complex training* pada anak-anak dan atlet perempuan menunjukkan bahwa pelatihan *complex training* adalah sama-sama efektif, tetapi tidak lebih unggul dalam program latihan kekuatan. Temuan ini mungkin konsisten dengan gagasan bahwa prasyarat kekuatan diperlukan untuk pelatihan kompleks untuk menjadi yang paling efektif dan bahwa ini jenis pelatihan mungkin paling cocok bagi mereka yang sangat terlatih (Ebben dan Watts, 1998). Sebaliknya, efektivitas pelatihan *complex training* sebagian ditunjukkan pada laki-laki pemain sepak bola perguruan tinggi. Dalam hal ini, peneliti menemukan bahwa kelompok pelatihan *complex training* menunjukkan perbaikan melompat vertikal secara signifikan antara kelompok, Burger, dkk., (2000).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan diskusi hasil penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut: Manipulasi pelatihan PCT dan Kontrol mempunyai pengaruh signifikan terhadap *power otot tungkai*. *Model latihan ini dapat dijadikan alternatif*

B. Implikasi Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka penelitian ini mempunyai implikasi sebagai berikut:

Untuk memperbaiki kondisi fisik atlet, terutama yang membutuhkan *power*, dilihat rata-ratanya terjadi kenaikan.

C. Keterbatasan Penelitian

Dalam penelitian ini masih terdapat beberapa keterbatasan antara lain:

1. Peneliti tidak melakukan anamnesa secara mendalam kondisi keterlatihan subjek sebelum mengikuti program latihan.
2. Subjek tidak diasramakan sehingga asupan makanan dan aktivitas fisik sehari-hari tidak mampu dikontrol secara ketat

D. Saran-saran

Berdasarkan hasil penelitian, pembahasan, dan keterbatasan dalam penelitian ini dapat disampaikan saran- saran sebagai berikut.

1. Perlu penelitian serupa dengan kelompok atlet yang lebih terlatih baik untuk putra maupun putri.
2. Perlu penelitian serupa dengan membandingkan kelompok usia dan jenis kelamin
3. Perlu penelitian serupa terhadap dengan rentangan eksperimen yang lebih lama
4. Perlu penelitian serupa dengan mengasramakan subjek penelitian.
5. Perlu penelitian dengan jumlah sampel lebih banyak
6. Metode PCT merupakan metode pelatihan alternatif yang bisa digunakan oleh para pelatih dan atlet dengan memodifikasi jumlah kontak karena terbukti efektif dalam meningkatkan power tungkai

DAFTAR PUSTAKA

- American College of Sports Medicine, 1978: Position statement on the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining fitness in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 10:VII-X.
- Andrew, D.P. S., Kovalski, J. E., Heitman, R. J., Robinson, T. L., 2008. Effects of Three Modified Plyometric Depth Jumps and Periodized Weight Training on Lower Extremity Power. Dean, College of Health and Human Services, Troy University
- Arikunto, S., 2010. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT. Aneka Cipta
- Åstrand.P.O.,and Rodal, K., 1986. *Textbook of Work Physiology* (p. 399). NewYork: McGraw-Hill.
- Baker D., 2001. Comparison of upper-body strength and power between professional and college-aged rugby league players. *J Strength Cond Res* 15: 30–35.
- Bassett, D.R., Jr., and Howley, E.T., 2000. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and Science in Sport and Exercise*,32(1),70-84.
- Binpres KONI DIY. 2012, Laporan Tes Fisik, Kesehatan dan Psikologis. Puslatda PON KONI Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Binpres KONI DIY, 2011. Laporan Tes Fisik, Kesehatan dan Psikologis. KONI Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Bird, S.P., Tarpenning, K.M., and Marino, F.K., 2005. Designing Resistance Training Programmes to Enhance Muscular Fitness: A Review of the Acute Programme Variables. *Sports Med* 2005; 35 (10): 841-851 *Review Article* 0112-1642/05/0010-0841/\$34.95/0
- Bompa, T.O., 1990. *Theory and Methodology Of Training*. United States of America: Kendal Hunt Pub. Company.
- Bompa, T.O., 1993. *Periodization of Strength: The New Vave in Strength Training* York University. Toronto. Veritas Publishing Inc.

- Bompa, T.O., 1999. *Periodization: Theory and Methodology Of Training*. 4th Ed. United States of America: Human Kinetics.
- Bompa, T.O., 2000. *Total Training for Young Champions*. United States of America: Human Kinetics.
- Bompa TO, Haff GG., 2009. *Periodization: Theory and Methodology of Training*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.
- Boutagy T., 2004. The ins and outs of interval training. Info Handouts, 1-Jun-2004
- Chu, D. (1983). Plyometrics: The link between strength and speed. *National Strength Coaches Association Journal*, 5, 20-21
- Chu, D. 1996. *Explosive Power and Strength*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Corbin, C.B., and Lindsey, R., 1997. *Concepts of Fitness and Wellness*. Dubuque: Brown & Benchmark.
- Conconi, F. et al., 1982. Determination of the anaerobic threshold by a non-invasive field test in runners. *Journal of Applied Physiology*, 52, p. 869-873
- Costill, DL., 1970. Metabolic responses during distance running. *J Appl Physiol* 1970;28:251-255.
- Dikdik, Z.S., dkk., (2013). Dampak Penerapan Complex Trining Terhadap Peningkatan Kemampuan Dinamis Anaerobik. JUARA, *Jurnal Iptek Olahraga*. ISSN 1411-0016. Bidang Sport Science & Penerepan Iptek Olahraga KONI Pusat.
- Djoko P.I., 2006. Pengaruh Joging Dan Circuit Weight Training Terhadap Perbaikan Profil Lemak Tubuh Dan Kebugaran Aerobik Penyandang Overweight. Surabaya. Disertasi, Pascasarjana, UNESA.
- Fatouros, I.G., Taxildaris, K., Tokmakidis, S.P., Kalapotharakos, V., Aggelousis, N., Athanasopoulos, S., Zceris, I., and Katrabasas, I. 2001. The effects of strength training, cardiovascular training and their combination on flexibility of inactive older adults. *International Journal of Sports Medicine*. 23, 112-119
- Fleck, S. and Kontor, K., 1986. Complex Training. *National Strength Conditioning Association Journal* 8(5), 66-68.
- Fox , E.L, Bower, R.W., and Foss, M.L., 1988. *The Physiological Basis For Physical Education and Athletics*. 4^{ed}, NewYork : Sounders College Pub.

- Haff, G.G., and Nimphius, S., 2012. Training Principles for Power. *National Strength and Conditioning Association*.
- Hoffman, J., 2002. Resistance Training and Injury Prevention. American College of Sports Medicine. Current Comment. May 2002
- Holloszy, J.O., and Coyle, E.F., 1984. Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences, *Journal of Applied Physiology*, 56 (4), 831-838.
- Kreamer, W.J., and Bush, J.A., 2001. Factor Affecting The Acute Neuromuscular Responses to Resistance Exercise. In Rotman, J.L (Ed). *ACSM's Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 4^{Ed} (pp:167-175).. Phyladelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Lubis, J., 2013. Mengenai Latihan Pliometri. <http://tonyprima.blogspot.com/2013/02/mengenai-latihan-pliedmetrik-dr.html>
- Mackenzie, B., 2000. Complex Training. <http://www.brianmac.cp.uk/complex.htm> (Accessed 12/3/2013)
- Mackenzie, B., 2005. *101 Performance Evaluation Test*. London. Electric Word plc.
- Malatesta, D., Cattaneo, F., and Dugnani, S., 2003. Effects of Electromyostimulation Training and Volleyball Practice on Jumping Ability. *J Strength Cond Res.*;17:573-9.
- McArdle, W.D., Katch, F.I., & Katch, V.L. 1996. Exercise physiology: Energy, Nutrition, and Human Performance. Baltimore, Maryland: Williams & Wilkin.
- Santoso, S., 2012. *Aplikasi SPSS pada Statistik Multivariat*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo
- Sugiyono., 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Wilmore, J.H., and Costill, D.L., 2004. *Physiology of Sport and Exercise*. 3^{Ed} United
- Zaenudin, M., 1988. *Metodologi Penelitian*. Surabaya: Universitas Airlangga.



PERJANJIAN PELAKSANAAN PENELITIAN DOSEN
ANTARA
WAKIL DEKAN I SELAKU PENANGGUNG JAWAB KEGIATAN
DENGAN
DOSEN PENELITIAN
NOMOR: 532.7 /UN34.16/PL/2014

Pada hari ini, Jumat tanggal Tiga Puluh Bulan Mei Tahun Dua Ribu Empat Belas, yang bertanda tangan di bawah ini:

1. Dr. Panggung Sutapa, M.S. : Wakil Dekan I Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Yogyakarta (FIK UNY) selaku Penanggung Jawab Kegiatan, selanjutnya disebut PIHAK PERTAMA
2. Mansur, M.S. : Dosen Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Yogyakarta selaku Pelaksana Kegiatan Penelitian Kelompok Keahlian, Selanjutnya disebut PIHAK KEDUA

Kedua belah pihak secara bersama-sama telah sepakat mengadakan Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Kelompok Keahlian, FIK UNY Tahun 2014 sebagaimana dalam Surat Keputusan Dekan No. 137 Tahun 2014, Tanggal, 19 Mei 2014 dengan ketentuan sebagai berikut:

PIHAK PERTAMA memberikan tugas kepada PIHAK KEDUA, dan PIHAK KEDUA menerima tugas dari PIHAK PERTAMA untuk melaksanakan kegiatan Penelitian Kelompok Keahlian, FIK UNY Tahun 2014 dengan judul:

**“Pengaruh Manipulasi Complex Training Terhadap Peningkatan Power
Otot Tungkai Pada Mahasiswa PKO FIK UNY”**

Dengan personil peneliti:

- | | | |
|--------------------|-----------------------|-------|
| 1. Mansur, M.S. | 19570519 198502 1 001 | III/d |
| 2. Dr. Siswantoyo, | 19720310 199903 1 002 | IV/b |

Pasal 1
Tujuan

Kegiatan Penelitian Kelompok Keahlian FIK UNY Tahun 2014 bertujuan setiap dosen bisa menghasilkan Karya Ilmiah untuk menunjang kegiatan Tri Dharma Perguruan Tinggi

Pasal 2
Lingkup Kegiatan

- (1) PIHAK PERTAMA menyerahkan kepada PIHAK KEDUA, dan PIHAK KEDUA menerima dari PIHAK PERTAMA, untuk melaksanakan kegiatan Penelitian Berbasis Keahlian, FIK UNY Tahun 2014.
- (2) PIHAK KEDUA berkewajiban melaksanakan seluruh kegiatan Penelitian Kelompok Keahlian, FIK UNY Tahun 2014 dan menyerahkan laporan kepada PIHAK PERTAMA.

Pasal 3
Pembiayaan

Kegiatan Penelitian Kelompok Keahlian, FIK UNY Tahun 2014 dibiayai dari Dana DIPA Universitas Negeri Yogyakarta Tahun 2014, Nomor: DIPA.023-04.2.189946/2014 tanggal 5 Desember 2013.

- (1) Biaya pelaksanaan Penelitian Kelompok Keahlian, FIK UNY sebesar Rp 7.500.000,00 (Tujuh juta lima ratus ribu Rupiah). Jumlah biaya tersebut akan dibayarkan PIHAK PERTAMA kepada PIHAK KEDUA dengan ketentuan sebagai berikut:

- (a) Tahap Pertama sebesar 70% x Rp. 7.500.000,00 = Rp 5.250.000,00 dibayarkan setelah penandatanganan kontrak oleh kedua belah pihak.
- (b) Tahap Kedua sebesar 30% x Rp 7.500.000,00 = Rp 2.250.000,00 dibayarkan setelah Pihak Kedua menyerahkan laporan kepada Pihak Pertama
- (c) Pembayaran biaya tahap pertama dan kedua potong PPh Pasal 21 dari biaya manajemen

(2) Rincian Penggunaan dana sebagai berikut :

- (a) Biaya Operasional : 60 %
- (b) Biaya Pelaporan : 15%
- (c) Biaya Manajemen : 25%

Jumlah : 100 %

Pasal 4
Jangka Waktu Pelaksanaan

Jangka waktu Pelaksanaan Penelitian Kelompok Keahlian, FIK UNY Tahun 2014 selama 5 (lima) bulan, sejak tanggal, 30 Mei 2014 sampai dengan tanggal, 30 Oktober 2014.

Pasal 5
Penyerahan Laporan

Pihak Kedua harus menyerahkan laporan kegiatan sebanyak 4 Ekp selambat-lambatnya tanggal 30 Oktober 2014 dengan format cover sebagai berikut:

PENELITIAN DIBIYAI DENGAN ANGGARAN DIPA UNY TAHUN 2014
SK. DEKAN NOMOR: 137 TAHUN 2014, TANGGAL 19 MEI 2014
NOMOR PERJANJIAN: 532.7 /UN34.16/PL/2014, TANGGAL 19 Mei 2014

Pasal 6
Bea Materai

Bea materai yang diperlukan untuk surat perjanjian ini menjadi tanggung jawab PIHAK KEDUA

Pasal 7
Sanksi

PIHAK KEDUA bertanggung jawab atas selesainya pelaksanaan kegiatan Penelitian Kelompok Keahlian, Fakultas Ilmu Keolahragaan UNY Tahun 2014 dalam jangka waktu 5 (lima) bulan dan apabila melampaui batas tersebut dikenakan denda keterlambatan sebesar 1⁰/₁₀₀ (satu persil) setiap hari keterlambatan dengan denda maksimal sebesar 5% (lima persen) dari nilai kontrak.

Pasal 8
Lain-lain

Segala sesuatu yang belum diatur dalam Surat Perjanjian atau perubahan-perubahan yang dipandang perlu oleh kedua belah pihak, akan diatur lebih lanjut dalam Surat Perjanjian Tambahan (Addendum) dan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Surat Perjanjian.

Pasal 9
Penutup

- (a) Surat perjanjian ini disusun dalam rangkap 4 (empat) bermaterai cukup dan masing-masing rangkap mempunyai kekuatan hukum yang sama
- (i) Hal-hal yang belum diatur dalam Surat Perjanjian ini, ditentukan oleh kedua belah pihak secara musyawarah

PIHAK KEDUA
Dosen Peneliti

PIHAK PERTAMA
Wakil Dekan I
Selaku Penanggung Jawab Kegiatan



Mansur, M.S
NIP. 19570519 198502 1 001

Dr. Panggung Sutapa, M.S
NIP. 19590728 198601 1 001