

Peningkatan *Vertical Jump* Pada Latihan Isometrik Otot Ekstensor Knee Dan Plantar Fleksor Ankle Sama Dengan Latihan Konvensional Mahasiswa Fisioterapi S1 Reguler Di Universitas Udayana

¹⁾I Made Adi Widianara, ²⁾ Syahmirza Indra Lesmana, ³⁾ I Made Muliarta

1. Program Studi Fisioterapi Fakultas Kedokteran Universitas Udayana
2. Fakultas Fisioterapi Universitas Esa Unggul Jakarta
3. Bagian Ilmu Faal Fakultas Kedokteran Universitas Udayana

adi_fisio@ymail.com

ABSTRAK

Tujuan : Untuk mengetahui efektifitas penerapan latihan isometrik pada otot ekstensor knee dan plantar fleksor ankle dengan latihan konvensional pada peningkatan *vertical jump* Subjek : 24 subjek sehat, terbagi secara acak menjadi 2 kelompok. Kelompok pertama mendapatkan perlakuan berupa latihan isometrik dan kelompok kedua mendapat perlakuan latihan konvensional. masing-masing kelompok terdiri dari 12 subjek. Tempat penelitian: Gajah merah gym. Waktu penelitian: 17 juni 2013 – 17 juli 2013. Alat ukur : *Vertical jump test* . Desain penelitian : Penelitian ini menggunakan metode deskriptif analisis quasi, rancangan penelitian dengan menggunakan *two group pre test and post test design*. Hasil : Masing-masing kelompok diuji normalitas data, untuk kelompok I dan kelompok II data berdistribusi normal maka diuji dengan *Dependent t test*. Pada kelompok I uji *Dependent t test*, $p = 0,000$ ($p < 0,05$), yang berarti ada pengaruh pemberian latihan isometrik terhadap peningkatan *vertical jump*. Pada kelompok II uji *dependent t-test*. $p = 0,006$ ($p < 0,05$), yang berarti ada pengaruh pemberian latihan konvensional terhadap peningkatan *vertical jump*. Pada uji beda sesudah perlakuan kelompok I dan II uji *Independent t test* didapatkan $p = 0,836$ ($p > 0,05$), hal tersebut menunjukkan pemberian latihan kelompok I dan kelompok II sama. Kesimpulan : Latihan isometrik pada otot ekstensor knee dan plantar fleksor ankle dapat meningkatkan *vertical jump*. Latihan konvensional dapat meningkatkan *vertical jump*. Peningkatan *vertical jump* pada latihan isometrik otot ekstensor knee dan plantar fleksor ankle sama dengan latihan konvensional.

Kata kunci : Isometrik, konvensional, *vertical jump*.

The Enhancement Of Vertical Jump On Extensor Knee Isometric Muscle Exercise And Plantar Flexion Ankle Same As Conventional Exercise Physiotherapy Student S1 Regular in University of Udayana

ABSTRACT

Purpose : to know the effectiveness of apply isometric exercise on knee extensor muscle and plantar flexion ankle with conventional exercise to increase vertical jump. Subject : 24 people who are health which divided into 2 group. The first group receives isometric

exercise and the second group receives conventional exercise. Each group consists of 12 subjek. The place of the study : Gajah Merah Gym. Time of study : June 17th – July 17th 2013. Measuring treatment : vertical jump test. Design of the study : this study use descriptive analysis quasi method. The design of this study is two group pre-test and post-test design. The result : each group tested by data normality. For the first and the second group the data which has normal distribution will be tested by dependent t test. In first group, the result of dependent t test is $p = 0,000$ ($p < 0,05$), it means there is significant effect in apply isometric exercise upon vertical jumps enhancement. In second group, the result of dependent t test is $p = 0,006$ ($p < 0,05$), it means there is significant effect in apply conventional exercise upon vertical jumps enhancement. In different test after the first and second group tested by independent t test, the result is $p = 0,836$ ($p > 0,05$). It shows that the result of the treatment in the first group same as the second group. Conclusion : isometric exercise on extensor knee muscle and plantar flexion can increase vertical jump. Conventional exercise can also increase vertical jump. The increasing of vertical jump on isometric muscle extensor knee exercise and plantar flexion ankle same as conventional exercise.

Keywords : Isometric, conventional exercise, vertical jump

PENDAHULUAN

Lompatan adalah salah satu gerakan dalam olahraga yang cukup banyak digunakan. Teknik melompat sangat sering digunakan dalam permainan voli, basket, sepakbola, bulutangkis, dan lain sebagainya. Hal seperti ini membuat banyak orang ingin memiliki lompatan yang tinggi dan mampu meningkatkan prestasi seperti pemain basket yang harus mampu melakukan *vertical jump* setinggi mungkin agar memudahkan dalam mencetak angka sehingga banyak upaya latihan dilakukan. Untuk mengoptimalkan latihan tersebut terdapat 3 sistem yang bertanggung jawab pada penyelenggaraan suatu latihan yaitu kardiovaskuler, muskuloskeletal, dan neuromuskuler.

Pada muskuloskeletal jenis latihan yang dilakukan oleh masyarakat pada umumnya seperti jenis latihan konvensional dan latihan pembebanan. Jenis latihan konvensional ini menekankan gerakan melompat untuk meningkatkan daya ledak otot tersebut, latihan yang berbentuk gerakan

melompat ke atas dan ke depan dengan lengan mengayun serta lutut menekuk ini mempunyai durasi dan intensitas yang bertahap sehingga peningkatan besar lompatan dapat dicapai.

Latihan Isometrik menekankan pada kekuatan dan stabilisasi sendi. Dalam melakukan kontraksi maksimal dalam menerima beban. Dimana dalam meningkatkan kekuatan otot dan stabilisasi sendi sebagai penunjang dalam *vertical jump*, dilakukan secara bertahap karena peningkatan secara besar-besaran tidak akan meningkatkan *vertical jump* tapi justru akan menurunkan *vertical jump* (Stapleton, 2000).

Dari uraian latihan diatas, kedua jenis latihan tersebut sama-sama memiliki peran penting dalam peningkatan latihan melompat meskipun dalam aplikasi penerapannya berbeda tujuan, seperti latihan konvensional ini diharapkan mampu meningkatkan kecepatan dan daya ledak otot. Yang berarti bila seseorang melakukan latihan tersebut dalam

melakukan lompatan, daya ledak otot dilatih dengan gerakan berulang seperti melompat. Sehingga dengan intensitas maksimum dan dikontrol dengan baik akan dapat meningkatkan tinggi lompatan. Sedangkan pada latihan isometrik melatih kekuatan otot dan stabilisasi sendi tersebut secara perlahan sehingga dengan intensitas yang maksimum dan dikontrol juga akan sangat baik dalam menunjang peningkatan tinggi lompatan.

Jenis latihan isometrik yang dipakai oleh peneliti diterapkan pada otot ekstensor knee dan plantar fleksor ankle karena menurut Nagano, et al pada tahun 2007 peran otot yang penting dalam melakukan gerak lompat vertikal adalah otot ekstensor knee dan plantar fleksor ankle. Penelitian yang dilakukan oleh Michelson dan Shelkovnikov pada tahun 1976 tentang respon tonik otot isotonik dan isometrik ditemukan bahwa isometrik menghasilkan kontraksi yang lebih baik dari pada latihan isotonik. Sedangkan pada latihan konvensional digunakan 4 jenis latihan yaitu *ankle hops*, *tuck jumps*, *squat jumps*, dan *single leg jumps*. Penelitian yang dilakukan Gehri, dkk., pada tahun 1998 pada salah satu teknik latihan konvensional menunjukkan latihan *squat jumps* mampu meningkatkan *vertical jump*.

Melihat latar belakang tersebut diatas peneliti mengambil judul tentang peningkatan *vertical jump* pada latihan isometrik otot ekstensor knee dan plantar fleksor ankle sama dengan latihan konvensional.

Alat ukur yang digunakan untuk mengukur tinggi peningkatan *vertical jump* adalah *vertical jump test*, tes ini digunakan untuk menentukan tinggi lompatan dan memonitor perubahan tinggi lompatan (Mackenzie, 2007).

Masalah Penelitian

Melihat dari latar belakang di atas dapat dirumuskan yaitu, apakah Peningkatan *vertical jump* pada latihan isometrik otot ekstensor knee dan plantar fleksor ankle sama dengan latihan konvensional?.

Hipotesis Penelitian

1. Penerapan latihan isometrik pada otot ekstensor knee dan plantar fleksor ankle dapat meningkatkan *vertical jump*.
2. Penerapan latihan konvensional dapat meningkatkan *vertical jump*.
3. Penerapan peningkatan *vertical jump* pada latihan isometrik otot ekstensor knee dan plantar fleksor ankle sama dengan latihan konvensional.

Manfaat Penelitian

1. Fisioterapi untuk menambah keilmuan dan wawasan fisioterapi dalam bidang fisioterapi olahraga.
2. Sebagai pembelajaran untuk melakukan penelitian.
3. Bagi yang diteliti diharapkan dapat menambah keilmuan dan pengalaman dalam melakukan latihan penguatan untuk meningkatkan kemampuan melompat untuk menunjang kegiatan ekstrakurikuler olahraga disekolah.

Materi dan Metode Materi

Populasi dan sampel penelitian

Populasi target penelitian ini diarahkan kepada seluruh siswa putra IPA kelas XI SMA N 1 Sukawati yang

mengikuti kegiatan ekstrakurikuler olahraga.

Besar sampel dihitung dengan rumus Pocock (2007). Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini adalah *purposive sampling* yaitu menentukan kriteria inklusif, kriteria eksklusif, dan kriteria pengguguran. Cara menentukan kelompok sampel yaitu dengan memberikan nomor acak kepada pasien dimana nomor ganjil digabung menjadi kelompok I sedangkan nomor genap digabung menjadi kelompok II. Sampel berjumlah 24 dibagi menjadi 2 kelompok masing-masing 12 sampel.

Metode

Rancangan penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian dengan metode deskriptif analisis quasi. Rancangan penelitian yang digunakan adalah *two group pre and post test control group design*. Semua kelompok diukur tinggi *vertical jump* dengan *vertical jump test* antara perlakuan satu dan perlakuan dua diberikan intervensi secara bersamaan, kemudian masing-masing perlakuan diobservasi.

Instrument penelitian

Vertical jump test dikenal juga dengan nama *sargent test*. Test ini dikembangkan oleh Dr Dudley Allen Sargent yang bertujuan untuk mengukur power otot-otot tungkai dengan mengukur perbedaan jangkauan maksimal pada saat berdiri dan pada saat melompat dengan menggunakan dinding yang berskala centimeter (Quinn, 2006).

Prosedur penelitian

Langkah pertama dimulai dengan menghubungi siswa putra kelas XI IPA SMA N 1 Sukawati. Setelah itu memberikan penjelasan pada siswa

tentang program penelitian secara singkat bila bersedia maka siswa dipersilahkan mengisi dan menandatangani surat persetujuan. Jumlah siswa bersedia mengikuti penelitian akan dicatat. Kemudian subjek perlakuan di bagi menjadi 2 kelompok dengan mengambil kertas yang sudah tertulis angka 1 dan 2, kemudian hasil random tersebut dicatat di formulir penelitian.

Langkah kedua, pelaksanaan *pre test* (O_1 dan O_3) untuk mengetahui kemampuan *vertical jump* dengan alat ukur *vertical jump test*. *Pre test* ini dilakukan oleh 1 orang petugas lapangan. Pengukur tidak mengetahui subyek yang diukur termasuk dalam kelompok 1 atau 2, kemudian hasil pengukuran dicatat di formulir penelitian.

Langkah ketiga, perlakuan berupa latihan isometrik (KP_1) pada kelompok 1 dan latihan konvensional (KP_2) pada kelompok 2.

Langkah keempat, pelaksanaan *post test* (O_2 dan O_4) dilakukan setelah minggu ke 4, subyek penelitian mendapatkan perlakuan. *Post test* dilakukan oleh petugas lapangan (bukan petugas yang melakukan pengukuran *pre test*), dengan prosedur pengukuran yang sama dengan *pre test* dan hasilnya dicatat di formulir penelitian.

Analisis data

Dalam menganalisa data yang didapat dari hasil pengukurab dengan *Vertical Jump Test* akan terlihat perubahan tinggi lompatan sebelum dan sesudah latihan. Data tersebut diolah dengan menggunakan perangkat lunak komputer. Peneliti memakai beberapa uji statistik, antara lain : uji karakteristik subjek berdasarkan umur dan IMT, nilai *vertical jump* sebelum perlakuan, nilai *vertical jump* sesudah perlakuan, uji normalitas data, uji hipotesis akhir.

Karakteristik subjek penelitian

Tabel 1 : Karakteristik subjek berdasarkan usia

Kelompok	Rentang Usia	Rerata ± Standar deviasi
Kelompok I	16-17 tahun	16,75±0,452
Kelompok II	16-17 tahun	16,92±0,289

Tabel 2 : Karakteristik subjek berdasarkan indek masa tubuh

Indek Masa Tubuh	Rerata	± Standar deviasi
Kelompok I	20,23	±1,052
Kelompok II	21,17	±1,164

Uji Normalitas

Tabel 1 : Uji normalitas data kelompok I

	Rerata ± Standar deviasi	Shapiro-wilk		
		Statistik	Df	p
Nilai <i>vertical jump</i> sebelum perlakuan	53,25±12,076	0,933	12	0,417
Nilai <i>vertical jump</i> setelah perlakuan	57,42±10,544	0,934	12	0,423

Tabel 2 : Uji normalitas data kelompok II

	Rerata ± Standar deviasi	Shapiro-wilk		
		Statistik	Df	p
Nilai <i>vertical jump</i> sebelum perlakuan	53,50±8,837	0,975	12	0,952
Nilai <i>vertical jump</i> setelah perlakuan	56,50±10,850	0,946	12	0,575

Hasil uji normalitas data dengan menggunakan *Shapiro-wilk test* pada kelompok perlakuan I didapatkan nilai awal $p=0,417$ dan nilai akhir $p=0,423$, pada kelompok perlakuan II didapatkan nilai awal $p=0,952$ dan nilai akhir $p=0,575$, ($p > 0,05$) berarti kedua data berdistribusi normal baik pada kelompok I dan II.

Uji Komparabilitas

Tabel 1 : Uji beda sebelum perlakuan kelompok I dan kelompok II

<i>Vertical jump</i>	p
Sebelum perlakuan	0,954

Hasil uji beda *vertical jump* sebelum perlakuan pada kelompok I dan kelompok II dengan nilai $p = 0,954$ ($p > 0,05$). Hal tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nilai

vertical jump yang bermakna sebelum perlakuan pada kedua kelompok.

Uji Hipotesis

Tabel 1 : Uji beda sebelum dan sesudah perlakuan pada kelompok I

<i>Vertical jump</i>	Rerata ± Standar deviasi	<i>p</i>	<i>t</i>
Sebelum dan sesudah perlakuan	- 4,167± 2,758	0,000	-5.234

Hasil uji sebelum dan sesudah perlakuan pada kelompok I dilakukan dengan uji *dependent t test*. Didapat hasil pada kelompok I sebelum dan sesudah perlakuan didapatkan hasil rerata ± standar deviasi = -4,167 ± 2,758 dengan nilai $p = 0,000$ ($p \leq 0,05$). Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai *vertical jump* yang bermakna sebelum dan sesudah perlakuan pada kelompok I.

Tabel 2 : Uji beda sebelum dan sesudah perlakuan pada kelompok II

<i>Vertical jump</i>	Rerata ± Standar deviasi	<i>p</i>	<i>t</i>
Sebelum dan sesudah perlakuan	- 3,000± 3,045	0,006	-3.413

Hasil uji perbedaan pengaruh sebelum dan sesudah perlakuan pada kelompok II dilakukan dengan uji *dependent t test*. Didapat hasil pada kelompok II sebelum dan sesudah

perlakuan didapatkan hasil rerata ± standar deviasi = -3,000±3,04 dengan $p = 0,006$ ($p \leq 0,05$) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai *vertical jump* yang bermakna sebelum dan sesudah perlakuan pada kelompok II.

Tabel 3 : Uji beda setelah perlakuan kelompok I dan kelompok II

<i>Vertical jump</i>	<i>p</i>
Sesudah perlakuan	0,836

Hasil uji perbedaan pengaruh setelah perlakuan antara kelompok I dan kelompok II dilakukan uji *independent t-test*. Didapat hasil uji beda *vertical jump* sesudah perlakuan pada kelompok I dan kelompok II didapatkan hasil dengan nilai $p = 0,836$ ($p > 0,05$) menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nilai *vertical jump* yang bermakna setelah perlakuan antara kelompok I dan kelompok II.

Pembahasan

Jumlah keseluruhan subyek sebanyak 24 orang, dengan kehadiran sampel yang seluruhnya memenuhi kriteria inklusi. Usia siswa kedua kelompok berusia 16-17 tahun. Distribusi subyek berdasarkan usia Indeks Masa Tubuh (IMT) Pada penelitian ini rata-rata 20,23 sampai 21,17 yang menunjukkan pasien memiliki IMT normal. Banyak penelitian yang menunjukkan jika lompatan sangat dipengaruhi beban tubuh seseorang. Hal tersebut karena berat badan yang berlebih akan meningkatkan beban mekanik pada lutut serta menambah beban pada tubuh. Semakin besar beban yang ditumpu oleh sendi lutut, semakin besar pula kekuatan otot dalam melakukan lompatan.

Aplikasi latihan isometrik otot ekstensor knee dan plantar fleksor ankle meningkatkan *vertical jump*

Hasil uji beda dengan *dependent t test* untuk nilai *vertical jump* sebelum dan setelah perlakuan pada kelompok I didapatkan hasil statistik nilai $p = 0,000$ ($p \leq 0,05$). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai *vertical jump* sebelum dengan nilai *vertical jump* sesudah perlakuan. Hal ini didukung oleh penelitian Nagano, et al pada tahun 2007 peran otot yang penting dalam melakukan gerak lompat vertikal adalah otot ekstensor knee dan plantar fleksor ankle. Sehingga pada latihan isometrik ini akan meningkatkan stabilitas sendi yang juga berarti meningkatkan tinggi lompatan yang diawali dengan kekuatan dan stabilisasi sendi yang baik.

Aplikasi latihan konvensional meningkatkan *vertical jump*

Hasil uji beda dengan uji *dependent t test* untuk nilai *vertical jump* sebelum dan setelah perlakuan pada kelompok II didapatkan hasil statistik nilai signifikan $p = 0,006$ ($p \leq 0,05$) dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai *vertical jump* sebelum dengan nilai *vertical jump* sesudah perlakuan. Penelitian yang dilakukan Gehri, dkk., pada tahun 1998 pada salah satu teknik latihan konvensional menunjukkan latihan squat jump mampu meningkatkan *vertical jump*.

Aplikasi peningkatan *vertical jump* pada latihan isometrik otot ekstensor knee dan plantar fleksor ankle sama dengan latihan konvensional.

Berdasarkan hasil uji statistik dengan independent t-test untuk mengetahui perbedaan pengaruh setelah perlakuan antara kelompok I dan kelompok II didapatkan hasil dengan nilai $p = 0,836$ ($p > 0,05$) menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nilai *vertical jump* yang bermakna setelah perlakuan antara kelompok isometrik dan kelompok konvensional. Hal ini didukung oleh penelitian Ronnestad, dkk yang membandingkan pengaruh pelatihan daya ledak (plyometric) dan latihan beban berat dengan kinerja melompat pada pemain sepak bola. Hasil dari kedua kelompok perlakuan menunjukkan peningkatan nilai *vertical jump* meskipun tidak signifikan. Latihan isometrik dan latihan konvensional ini mampu meningkatkan *vertical jump* meskipun dengan mekanisme yang berbeda. Latihan isometrik merupakan latihan statis, dimana tidak terjadi perubahan panjang otot dan tidak ada gerakan yang terjadi pada sendi. Sedangkan latihan konvensional merupakan latihan yang sering dan biasa dilakukan oleh seorang maupun kelompok yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan *vertical jump*. Pada latihan konvensional ini mengandung berbagai unsur jenis latihan salah satu yang berpengaruh di dalamnya adalah latihan untuk daya ledak. Walaupun dengan mekanisme yang berbeda latihan isometrik dan latihan konvensional sama-sama bermanfaat dalam peningkatan *vertical jump*. Sehingga dalam penelitian ini $p = 0,836$ ($p > 0,05$) yang berarti hipotesa diterima.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Penerapan latihan isometrik pada otot ekstensor knee dan plantar fleksor ankle dapat meningkatkan *vertical jump*.
2. Penerapan latihan konvensional dapat meningkatkan *vertical jump*.
3. Penerapan peningkatan *vertical jump* pada latihan isometrik otot ekstensor knee dan plantar fleksor ankle sama dengan latihan konvensional.

Saran

1. Kedua latihan tersebut berpengaruh baik terhadap peningkatan *vertical jump*. Maka pelatih maupun fisioterapis bisa memilih salah satu jenis latihan di atas.
2. Diperlukan pengembangan penelitian selanjutnya terhadap *vertical jump* dengan melihat efektifitas menggabungkan kedua jenis latihan isometrik dan konvensional ini.

Daftar Pustaka

1. Alfonso, T. 1999. Vertical Jump Workout. Diakses dari www.hoopsU.com tanggal 22 Februari 2013
2. Brian R. Umberger. MS. CSCS. *Mechanic Of The Vertical Jump and Two-Joint Muscles: Implications For Training*. Departement Of Orthopaedics University Of Roehester Medical Centre.
3. Crystal O. Kean, David G. Behm and Warren B. Young 2006. Fixed Foot Balance Training Increases Rectus Femoris Activation During Landing And Jump Height In Recreationally Active Women.
4. Davis, B. M Alergre. D. Aznar. 2000. *Physical Education and the study of sport*. 4th ed. Spain: Harcourt. p. 123
5. Gantiraga E. E. Katartzi. G. Komsis. C. Papadopoulos. 2006. *Physical Education and Sport Sciences, Sport Biomechanics Laboratory*. Aristotle University of Thessaloniki, Serres, Greece
6. Gehri Daniel J. Mark D. Ricard. Douglas M. Kleinerl, and Donald T. Kirkendall, 1998. *A Comparison of Plyometric Training Techniques for Improving Vertical Jump Ability and Energy Production*
7. Gaglione John. *Isometric Training for Strength and Stability*. Diakses dari <http://longislandwrestling.org/liwa/strengthandcondition/GaglioneArticles/IsometricTrainingforStrengthandStability.htm> tanggal 17/9/2013.
8. Greenberg P. and Michael Rosenbaum. Diakses dari <http://www.dealsdirect.com.au/weight-bench-press-leg-curl-extensions> tanggal 4/5/2013
9. Hall, Susan.J, 2007. *Basic Biomekanik*; Fifth Edition, MC.Graw Hill Companies, Newyork,, hal 170 – 172
10. Hardjono j. 2010. Pengaruh Penambahan Contract Relax Stretching Pada Intervensi InterferensialCurrent dan Ultrasound Terhadap Pengurangan Nyeri Pada Sindroma Miofasial.
11. Hislop,Hellen.J.Montgomery,Jacqueline,1995; *Muscle Testing*; Six Edition, W.B Lauders Company, Philadelphia, hal 68-70, 72-74.

12. Jan Babic and Jadran Lenarcic, 2012; *Vertical Jump : Biomechanical Analysis And Simulation Study "Jožef Stefan"* Institute Slovenia.
13. Mackenzie, B., 2007; *Sargent Jump Test* Diakses dari <http://www.brianmac.co.uk/sgtjump.htm> diakses 21/4/2013.
14. Markovic Goran and Slobodan Jaric, 2007 .ba School of Kinesiology, University of Zagreb, Zagreb, Croatia Health, Nutrition, and Exercise Sciences, *Journal of Sports Sciences University of Delaware, Newark, DE, USA*
15. Mc. Ardle. 1991. *Effect of Maximal Squat Exercise Testing on Vertical Jump Performance American College football Player*; journal Sports and Science Medicine; Received: 05 February 2007, Accepted: 07 February 2007 , Published (online). 01 March 2007, diakses tanggal 22/11/2009, from <http://www.jssm.org>
16. Michelson. M.J. & Shelkownikov S.A. 1976. *Isotonic And Isometric Responses Of Differen Tonic Muscles To Agonints And Antagonists.*
17. Nagano Akinori, Taku Komura, and Senshi Fukashiro, 2007; Published: 1 June *BioMedical Engineering OnLineResearch Open Access Optimal coordination of maximal-effort horizontal and vertical jump motions – a computer simulation study.*
18. Nala I Gusti Ngurah, 2011. *Prinsip Pelatihan Fisik Olahraga.* Udayana University Press.
19. Ronnestad Bent R. Nils H. Kvamme, Arnstein Sunde, And Truls Raastad. Short-Term Effects Of Strength And Plyometric Training On Sprint And Jump Performance In Professional Soccer Players.
20. Smith, Et All.1990 . *Computer Simulation of Complex Movement*; Diakses dari <http://www.u-bourgogne.fr/pdf> tanggal 23 Maret 2013
21. Spägelea, A. Kistnera, A. Gollhoferb. 1999. *Modelling, simulation and optimisation of a human vertical jump*; *Journal of Biomechanics, Volume 32, Issue 5, May 1999, Pages 521–530*
22. Stelios., Dr G. 2006. *Dynamics of Vertical Jumps*, Psycharakis School of Life, Sport & Social Sciences, Edinburgh Napier University, Edinburgh, UK *Biology of Sport, Vol. 23 No4, 2006.*
23. Patel Ruspesh. 2010. *Performance of a two-foot vertical jump: What is more important hip or knee dominance?.* A thesis presented to the University of Waterloo in fulfillment of the thesis requirement for the degree of Master of Science in Kinesiology Waterloo, Ontario, Canada, 2010.
24. Putz. R and Pabst. R, 1994. *Atlas Of Human Anatomy Sobotta.* Hardcover 1994.
25. Quinn.Elizabeth.2006. How to improve Vertical Jump. Diakses dari <http://www.sportmedicine.about.com/cs/conditioning/a/verticaljump.htm> tanggal 22 Februari 2013
26. Young Park Jin, MD, Hong-Keun Park, MD, Jin-Hyung Choi, MD, Eun-Sun Moon, MD, Byung-Soo Kim, MD, Wan-

Seok Kim, MD, Kyung-Soo Oh,
MD 2010; Prospective
Evaluation of the Effectiveness

of a Home-Based Program of
Isometric Strengthening
Exercise: 12-Month Follow-up.