

PENGARUH LATIHAN BEBAN TERHADAP KEKUATAN OTOT KAKI DAN KEMAMPUAN MENENDANG PEMAIN SEPAK BOLA

Tommy Apriantono¹, Hidetsugu Nishizono², dan Naotake Inoue²

¹Sekolah Farmasi Institut Teknologi Bandung

²National Institute of Fitness and Sports Kanoya Jepang

email: tommy@fa.itb.ac.id

Abstrak: Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh latihan beban pada kekuatan otot kaki dan kemampuan menendang pemain sepak bola. Subjek yang berjumlah sebelas orang dibagi menjadi dua kelompok. Lima pemain kelompok eksperimen melakukan latihan beban tiga kali per minggu selama sepuluh minggu yang dilakukan secara bersamaan dengan latihan sepak bola. Enam pemain kelompok kontrol hanya melakukan latihan sepak bola tanpa latihan beban yang berlatih bersama kelompok yang melakukan latihan beban. Pengaruh latihan beban tidak hanya meningkatkan secara signifikan pada kekuatan otot kaki, tetapi juga meningkatkan kecepatan dari pergelangan kaki dan kecepatan bola. Kelompok kontrol yang hanya melakukan latihan sepak bola, tidak menunjukkan peningkatan yang berarti baik pada kekuatan otot kaki maupun kecepatan bola. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kekuatan otot kaki merupakan salah satu faktor penting di dalam kemampuan menendang.

Kata Kunci: *latihan beban, kekuatan otot kaki, kecepatan linier pergelangan kaki, kemampuan menendang bola*

THE EFFECT OF WEIGHT TRAINING ON THE LEG MUSCLE STRENGTH AND KICK PERFORMANCE OF SOCCER PLAYERS

Abstract: This study aimed to investigate the effect of weight training on the leg muscle strength and kick performance of soccer players. The subjects consisting of eleven players were divided into two groups. Five players belonging to the experimental group performed a ten-week weight training (three times per week), along with their regular soccer training. Six players belonging to the control group maintained their regular soccer training, without any additional weight training. The weight training not only improved the leg muscle strength significantly but also improved the ankle joint velocity and the ball velocity. The control group with the regular soccer training did not show any significant improvement on the leg muscle strength and the ball velocity. The findings of this study indicated that the strength of the leg muscle is a very important factor in the kick performance.

Keywords: *weight training, leg muscle strength, linear ankle velocity, ball velocity*

PENDAHULUAN

Dari penelitian mengenai keterampilan atau teknik dalam permainan sepak bola, analisis gerak menendang adalah yang paling banyak diteliti karena kemampuan menendang adalah faktor yang paling penting dalam sepak bola untuk mencetak gol. Dari berbagai penelitian mengenai gol yang terjadi selama pertandingan di Piala Dunia dan kompetisi liga di Eropa, gol paling banyak dicetak melalui tendangan (Starosta, 1993:346-355).

Dalam permainan sepak bola, gerakan eksplosif seperti menendang, melompat, tekling,

dan lari cepat dapat mengakibatkan seorang pemain sepak bola mengalami cedera, apabila pemain tersebut tidak memiliki kekuatan otot kaki yang cukup kuat untuk bermain sepak bola (Croisier dkk, 2002:199-203). Dari penelitian yang dilakukan pada kompetisi sepak bola di liga Inggris, pemain paling banyak menderita cedera pada otot paha bagian belakang, yang terjadi pada akhir babak kedua, pada saat kekuatan otot kaki menurun akibat kelelahan (Woods dkk, 2004:36-41). Oleh karena itu, Reilly (1996:60) menyimpulkan bahwa latihan beban pada pemain sepak bola diperlukan untuk meningkatkan

kekuatan otot. Di sisi lain, ketika membandingkan analisis gerak menendang antara pemain profesional dan pemula, hasil analisis memperlihatkan bahwa pemain profesional menendang bola dengan kecepatan linier pergelangan kaki lebih cepat sehingga mengakibatkan kecepatan bolanya juga signifikan lebih cepat bila dibandingkan dengan pemain pemula (Barfield, 1998: 711-726). Selain itu, dari beberapa penelitian, disimpulkan signifikan korelasinya antara kecepatan linier pergelangan kaki dan kecepatan bola (Lees dan Nolan, 1998: 211-234; Barfield, 1998: 711-726; Taiana dkk, 1993:98- 103). Namun, dari telaah literatur yang dilakukan, tidak ada penelitian yang meneliti pengaruh latihan beban pada kekuatan otot kaki, kecepatan linier pergelangan kaki, dan kecepatan bola pemain sepak bola. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini difokuskan pada pengaruh latihan beban pada kekuatan otot kaki, kecepatan linier pergelangan kaki dan kecepatan bola dari tendangan pemain sepak bola dengan menggunakan punggung kaki.

METODE

Penelitian ini menggunakan sebelas orang subjek yang seluruhnya merupakan anggota tim sepak bola mahasiswa dari *National Institute of Fitness and Sports, Kanoya*, Jepang, yang terlibat aktif di dalam kompetisi antar-Perguruan Tinggi di Liga Mahasiswa Jepang, dan ada yang sedang mengalami cedera pada saat penelitian ini berlangsung. Sebelum penelitian dilakukan, seluruh subjek memberikan persetujuan terhadap prosedur yang akan dilakukan, serta resiko kemungkinan terjadinya cedera, dengan menandatangani surat kesediaan untuk ikut serta di dalam penelitian ini (*inform consent*). Usia rata-rata, tinggi badan dan massa tubuh subjek (\pm SD) adalah $20 \pm 1,4$ tahun, $172 \pm 16,9$ cm, $66,8 \pm 8,2$ kg. Subjek dibagi menjadi dua kelompok, dengan tidak ada perbedaan yang signifikan pada karakteristik fisik antara kelompok ($P > 0,05$).

Prosedur penelitian dilakukan seperti pada Gambar 1. Mula-mula setiap subjek diminta untuk melakukan pemanasan terlebih dahulu, seperti halnya yang biasa dilakukan sebelum pertandingan atau latihan sepak bola, yaitu melakukan peregangan otot, kemudian jogging dan lari cepat selama kurang lebih lima belas menit.

Untuk membiasakan menendang bola dengan punggung kaki, seperti yang akan dilakukan dalam penelitian ini, subjek diminta untuk menendang bola sekeras-kreasnya, masing-masing sebanyak sepuluh kali. Setelah selesai proses pemanasan, seluruh subjek direkam saat menendang bola, kemudian dilanjutkan dengan pengukuran kekuatan otot. Setelah itu, subjek dibagi dua kelompok secara acak, untuk menjadi kelompok latihan beban dan kelompok kontrol. Setelah sepuluh minggu, kedua kelompok kembali mengikuti tes pengukuran seperti yang dilakukan sebelum program latihan diberikan.

Kelompok Latihan Beban

Kelompok latihan beban terdiri dari lima pemain sepak bola, yang diminta untuk berpartisipasi dalam program latihan beban sebagai program latihan tambahan dari latihan sepak bola, yang dilakukan dari hari Senin sampai Jumat, sedangkan pertandingan Liga Mahasiswa diadakan setiap hari Sabtu. Seluruh subjek berlatih dalam 30 sesi selama 10 minggu (tiga kali seminggu). Program pelatihan terdiri dari 3 set dengan 5 pengulangan (repetisi) di setiap sesi latihan dengan berat beban adalah 85% dari 1 repetisi maksimal (RM), dengan tujuan untuk meningkatkan kekuatan otot kaki. Beban latihan bertambah antara 5-10 kg setiap dua minggu. Unsur latihan terdiri dari: skuat (*Squat*), fleksi sendi lutut (*leg curl*) dan ekstensi sendi lutut (*leg extension*).

Kelompok kontrol terdiri dari enam pemain, mereka hanya berlatih sepak bola seperti biasa, yang dilakukan dari hari Senin sampai Jumat, seperti halnya yang dilakukan oleh subjek dari kelompok latihan beban. Hanya bedanya, kelompok kontrol tanpa adanya tambahan program latihan untuk meningkatkan kekuatan otot kaki.

Pengukuran Kekuatan Otot Kaki

Gambar 2 memperlihatkan prosedur pengukuran kekuatan otot kaki yang dilakukan sebelum dan sesudah periode latihan dengan menggunakan alat ukur kemampuan kekuatan otot jenis *Isokinetic dynamometer (Biodex Dynamometer System 2)*. Kekuatan otot kaki yang diukur adalah gerakan ekstensi dan fleksi pada sendi lutut dan sendi pinggul. Kekuatan otot diukur

pada kecepatan 60, 180, dan 300 derajat/detik, dengan istirahat satu menit antara setiap set. Subjek masing-masing diminta melakukan tiga kali pengukuran secara maksimal, untuk kemudian data direkam dan dianalisis.

Pengukuran Performa Tendangan.

Untuk menghindari pengaruh dari angin dan cuaca, maka pengumpulan data dilakukan di dalam ruangan. Bola yang kami gunakan adalah bola yang biasa digunakan pada pertandingan sepak bola dewasa, yang sesuai dengan peraturan resmi dari FIFA dengan ukuran bola no 5 (berat = 435 g).

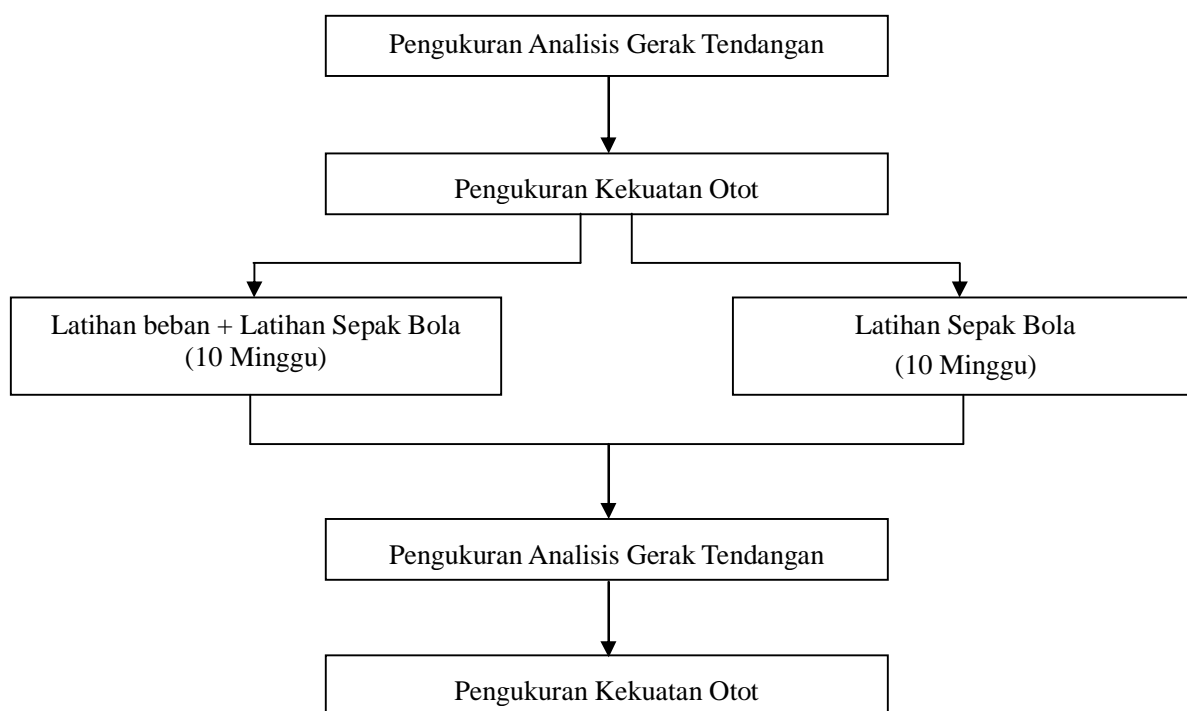
Setelah melakukan pemanasan selama 15 menit, subjek diminta menendang bola dengan punggung kaki sekeras mungkin, minimal lima kali tendangan dengan ancang-ancang lima langkah ke arah target, yaitu gawang bola tangan yang berjarak 5 meter. Hanya tendangan yang masuk ke target yang akan dianalisis. Untuk mengukur kecepatan bola, kami menggunakan alat pengukur kecepatan bola dari lemparan pitcher, pada permainan base ball (Zett gun PSK-Profesional), yang di teletakkan di tengah-tengah bagian belakang gawang.

Analisis Gerak

Satu buah video kamera berkecepatan tinggi 16 mm yang dioperasikan pada kecepatan 250 frame/detik (NAC HSV 500), yang digunakan untuk merekam saat melakukan tendangan. Dengan menggunakan tripod, video kamera berada di sisi kanan dari subjek pada saat melakukan tendangan.

Enam penanda yang bercahaya untuk membantu di dalam menganalisis gerakan menendang ditempelkan di bagian kanan tubuh subjek, yang ditempelkan di bagian tubuh sebagai berikut: sendi pinggul, sendi lutut, pergelangan kaki, ujung tumit, dan ujung jempol kaki.

Gambar 3 memperlihatkan bagaimana hasil rekaman saat menendang bola dengan menggunakan punggung kaki. Untuk menganalisis gerakan, data dibuat secara digital untuk kemudian dianalisis dengan menggunakan *software* Program EG Stick. Untuk membuat agar data yang akan dianalisis dari film dengan kecepatan 250 frame/detik menjadi lebih jelas, kami menggunakan *digital filter tipe Butterworth low-pass filter* yang dirancang untuk menganalisis data film, yang direkam dengan menggunakan video kamera berkecepatan tinggi (Winter, D. A, 1990: 36-40).



Gambar 1. Prosedur Penelitian

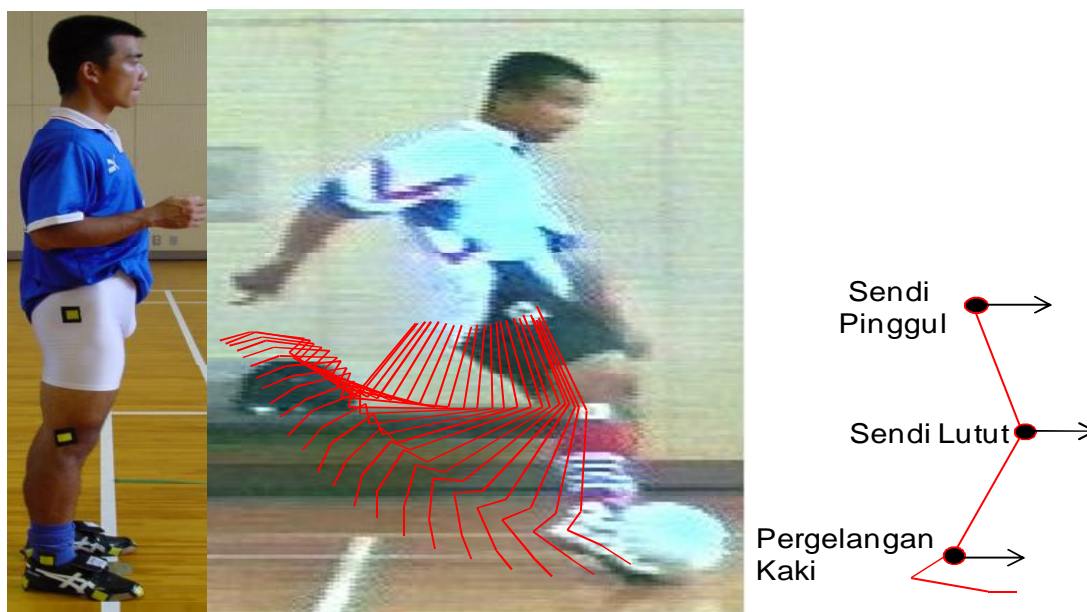
Ekstensi dan Fleksi Sendi Lutut



Ekstensi dan Fleksi Sendi Pinggul



Gambar 2. Biodesex Isokinetik Dinamometer Digunakan untuk Mengukur Kekuatan Otot Kaki dengan Kecepatan, 60, 180, dan 300 Derajat/detik, Luas Gerakan (ROM) 90⁰



Gambar 3. Hasil Rekaman Dianalisis untuk Mengukur Kecepatan Linier Sendi Pinggul, Sendi Lutut, dan Pergelangan Kaki

Analisis Statistik

Analisis data untuk membandingkan, antara hasil data sebelum dan sesudah latihan diberikan dari masing-masing kelompok, diuji dengan analisis varian *student t-test*. Statistik signifikansi diterima apabila nilai $P < 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kekuatan Otot Kaki

Penelitian mengenai analisis aktivitas fisik pada permainan sepak bola yang dilakukan

oleh Andersen dkk. (1994:21-26) menyimpulkan bahwa didalam program latihan fisik untuk pemain sepak bola, sebaiknya ada latihan beban untuk meningkatkan kekuatan otot kaki karena dengan meningkatnya kekuatan otot akan mengurangi resiko kemungkinan terjadinya cedera (Greig dan Siegler, 2009:180-184).

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa perbandingan antara sebelum dan sesudah periode latihan pada kekuatan otot ekstensi dan fleksi sendi lutut, seperti terlihat pada Gambar 4

(a), kelompok latihan beban menunjukkan peningkatan yang signifikan baik untuk ekstensi maupun fleksi sendi lutut dengan kecepatan 60 derajat/detik ($P < 0,05$). Pada kecepatan 180 dan 300 derajat/detik, walaupun data hasil penelitian memperlihatkan adanya peningkatan, perbedaan itu tidak signifikan.

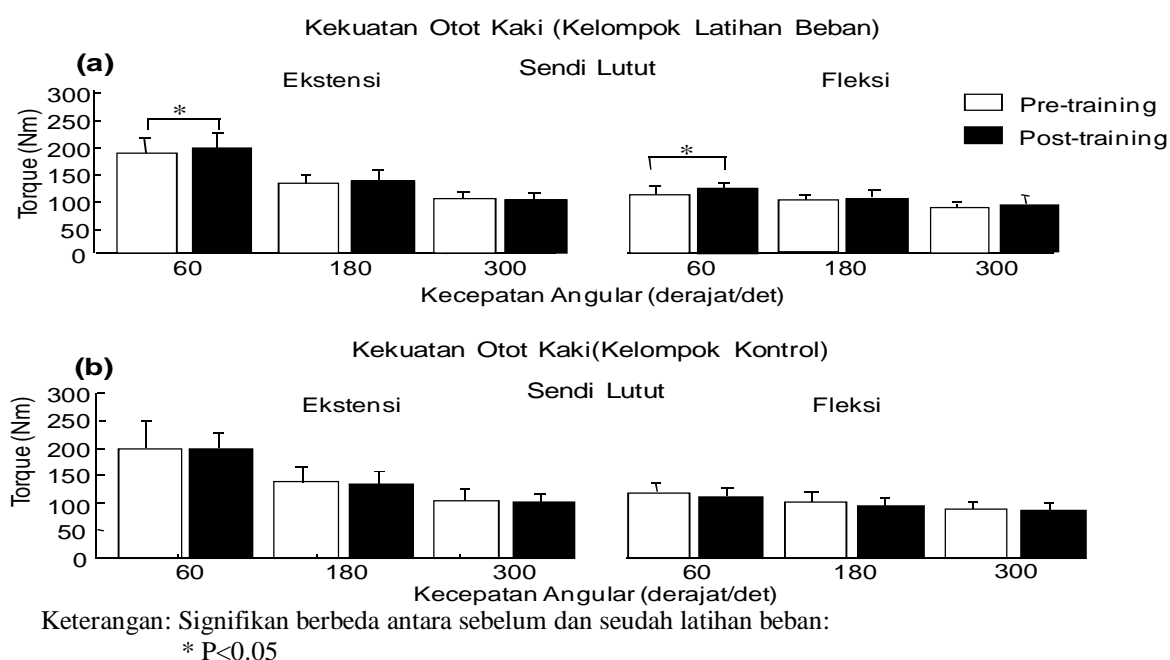
Gambar 4 (b) menunjukkan bahwa kelompok kontrol yang hanya berlatih sepak bola saja, baik untuk ekstensi dan fleksi sendi lutut, data menunjukkan tidak adanya peningkatan yang berarti atau signifikan pada kekuatan otot kaki.

Perbandingan antara sebelum dan sesudah periode latihan pada kekuatan otot ekstensi dan fleksi pada sendi pinggul, seperti yang terlihat pada Gambar 5 (a), kelompok yang melakukan latihan beban memperlihatkan peningkatan yang signifikan pada fleksi sendi pinggul dengan kecepatan 60 derajat/detik ($P < 0,05$).

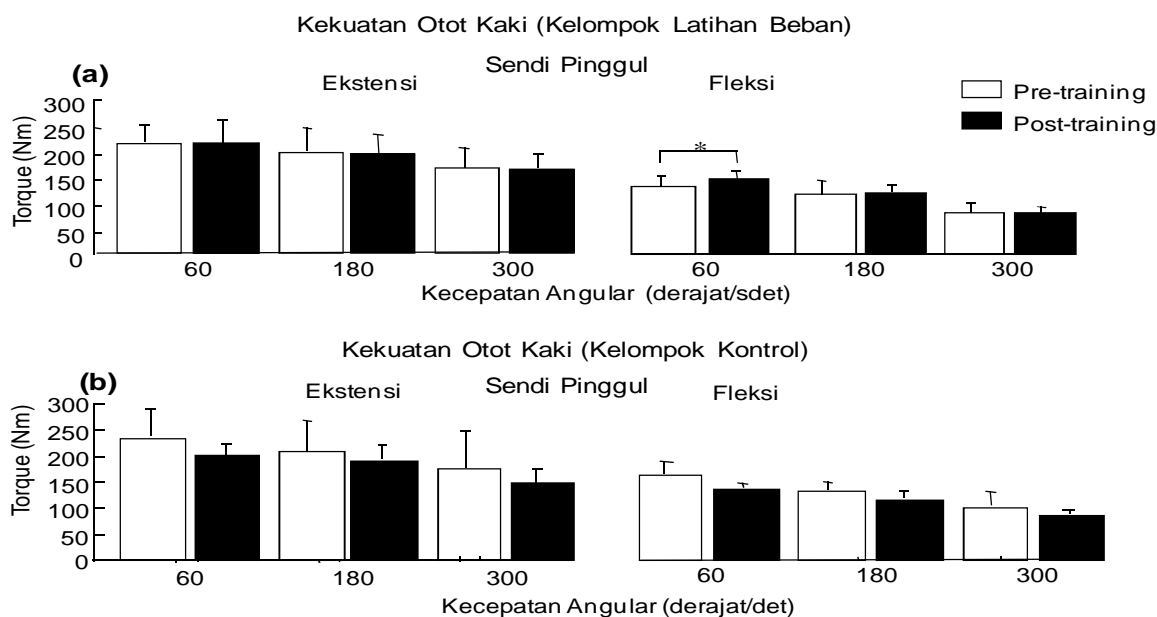
Pada kecepatan 180 dan 300 derajat/detik meskipun ada peningkatan kekuatan, perbedaannya tidak signifikan. Pada kecepatan 60, 180, dan 300 derajat/detik pada fleksi sendi pinggul, tidak menunjukkan perubahan yang berarti. Gambar 5 (b) memperlihatkan, kelompok kontrol yang hanya berlatih sepak bola saja, data menunjukkan adanya penurunan pada kekuatan otot, baik untuk ekstensi dan fleksi sendi pinggul pada ke-

cepatan 60, 180, dan 300 derajat/detik, namun penurunan tersebut tidak signifikan.

Penelitian ini memperlihatkan bahwa pengaruh latihan beban dengan program latihan 5 repetisi (dengan berat beban 85 % dari 1 repetisi maksimal) di setiap set dengan melakukan 3 set di setiap sesi latihan, dapat meningkatkan kekuatan otot kaki, baik untuk ekstensi dan fleksi sendi lutut maupun fleksi dan ekstensi sendi pinggul. Namun, peningkatan yang signifikan hanya pada kecepatan 60 derajat/detik. Artinya, pengaruh dari latihan beban dengan beban yang berat dan pengulangan sedikit, akan meningkatkan kekuatan otot yang signifikan pada kecepatan rendah. Hasil dari penelitian ini, sesuai dengan kesimpulan dari penelitian sebelumnya (Aagard dkk, 1994:123-129), di mana pengaruh atau efek dari latihan beban dengan beban yang cukup berat pada setiap sesi pelatihan selama 12 minggu, secara signifikan hasilnya meningkatkan kekuatan otot kaki pada kecepatan rendah yaitu 30 derajat/detik. Hasil penelitian Aagard dkk (1994:123-129) tersebut didukung oleh Caiozzo dkk. (1981: 50-53), yang berkesimpulan bahwa latihan beban hanya dapat meningkatkan kekuatan isometrik dan kekuatan isokinetik pada kecepatan 30 derajat/detik secara berarti atau signifikan.



Gambar 4. Perbandingan Kekuatan Otot Kaki pada Ekstensi dan Fleksi Sendi Lutut Sebelum dan Sesudah Periode Latihan. (a) Kelompok Latihan Beban dan (b) Kelompok Kontrol



Gambar 5. Perbandingan Kekuatan Otot Kaki Ekstensi dan Fleksi Sendi Pinggul Sebelum dan Sesudah Program Latihan. (a) Kelompok Latihan Beban dan (b) Kelompok Kontrol

Tabel 1. Maksimal Kecepatan Bola dan Kinematik Parameter Kelompok Latihan Beban

	<i>Pre-Training</i> <i>Mean ± sd</i>	<i>Post-Training</i> <i>Mean ± sd</i>
Maksimal Kecepatan Bola ($m \cdot s^{-1}$)	28.4 ± 1.1	29.8 ± 1.2 *
Maksimal Kecepatan Linier Pergelangan Kaki ($m \cdot s^{-1}$)	15.0 ± 1.4	16.3 ± 1.3 *
Maksimal Kecepatan Linier Sendi Lutut ($m \cdot s^{-1}$)	9.8 ± 1.5	10.1 ± 1.4
Maksimal Kecepatan Linier Sendi Pinggul ($m \cdot s^{-1}$)	5.1 ± 1.1	5.2 ± 1.1

Tabel 2. Maksimal Kecepatan Bola dan Kinematik Parameter Kelompok Kontrol

	<i>Pre-Training</i> <i>Mean ± sd</i>	<i>Post-Training</i> <i>Mean ± sd</i>
Maksimal Kecepatan Bola ($m \cdot s^{-1}$)	29.1 ± 1.2	29.2 ± 1.3 *
Maksimal Kecepatan Linier Pergelangan Kaki ($m \cdot s^{-1}$)	16.1 ± 1.4	16.3 ± 1.2 *
Maksimal Kecepatan Linier Sendi Lutut ($m \cdot s^{-1}$)	9.9 ± 1.3	10.1 ± 1.2
Maksimal Kecepatan Linier Sendi Pinggul ($m \cdot s^{-1}$)	5.0 ± 1.2	5.2 ± 1.1

Untuk kelompok kontrol yang hanya berlatih sepak bola, ternyata setelah periode penelitian, kekuatan otot kaki menurun pada seluruh kecepatan pengukuran, tetapi tidak signifikan, baik untuk ekstensi dan fleksi sendi lutut, maupun pada fleksi dan ekstensi sendi pinggul. Hasil tersebut, hampir sama dengan penelitian sebelumnya (Jelusic, dkk. 1992:231-238), di mana setelah mengikuti program latihan beban selama 15 minggu, dengan melakukan 2 sesi/minggu, seluruh subjek mengalami peningkatan kekuatan otot kaki yang signifikan. Setelah mengikuti program latihan beban, kemudian seluruh subjek diminta hanya berlatih sepak bola selama 10

minggu, data memperlihatkan kondisi kekuatan otot seluruh subjek menurun. Meskipun demikian, kekuatan otot seluruh subjek penelitian masih tetap lebih kuat, apabila dibandingkan dengan sebelum mengikuti latihan beban.

Data hasil penelitian kami memperlihatkan, baik untuk kekuatan otot ekstensi dan fleksi sendi lutut maupun sendi pinggul, dari kedua kelompok penelitian, baik kelompok latihan beban maupun kelompok kontrol, gambar 4 (a) dan (b), serta gambar 5 (a) dan (b) menunjukkan, semakin meningkat kecepatannya dari 60 derajat/detik menjadi 180 dan 300 derajat/detik, maka kekuatan otot kaki menurun. Hasil peneli-

tian yang kami lakukan, sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Poulmedis dkk (1988:93-96), mengenai pengaruh berbagai variasi kecepatan pada kekuatan isokinetik otot kaki, di mana hasil penelitiannya menunjukkan ketika kecepatan meningkat, maka kekuatan otot kaki akan berkurang.

Kecepatan Linier Pergelangan Kaki dan Kecepatan Bola

Levanon dan Dapena (1998:917-927) berkesimpulan bahwa kecepatan bola yang ditendang dengan kaki bagian dalam, lebih lambat dibandingkan dengan kecepatan bola yang ditendang dengan punggung kaki, dikarenakan kecepatan linier pergelangan kaki saat menendang dengan kaki bagian dalam signifikan lebih lambat bila dibanding menendang dengan menggunakan punggung kaki. Kesimpulan tersebut, didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Apriantono dkk. (2006:951-960) mengenai pengaruh kelelahan terhadap kecepatan bola, yang menunjukkan bahwa antara kecepatan linier pergelangan kaki dan kecepatan bola berkorelasi secara signifikan.

Hasil penelitian, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1, pengaruh dari latihan beban menunjukkan peningkatan dan perubahan yang signifikan pada kecepatan linier dari pergelangan kaki saat menendang bola ($P < 0,05$) sehingga berdampak pada peningkatan kecepatan bola yang juga signifikan ($P < 0,05$).

Data hasil dari kecepatan maksimal linier sendi lutut dan sendi pinggul, antara sebelum dan sesudah latihan, tidak menunjukkan perubahan yang signifikan.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pengaruh latihan beban dengan beban yang cukup berat selain berlatih sepak bola secara biasa, sebagai bagian dari program latihan secara keseluruhan, tidak hanya meningkatkan kekuatan otot kaki, tetapi juga memperlihatkan peningkatan yang signifikan pada kecepatan linier pergelangan kaki dan kecepatan bola.

Hasil serupa dari penelitian Voigt dan Klausen (1990:370-376) yang melakukan penelitian mengenai pengaruh latihan beban terhadap atlet karate, yang difokuskan pada efektivitas latihan beban di samping latihan karate, hasilnya menunjukkan peningkatan yang signifikan baik

pada kekuatan otot lengan maupun kecepatan gerakan pukulan.

Data dari kelompok kontrol atau yang hanya melakukan latihan sepak bola saja dapat dilihat pada Tabel 2, di mana seluruh subjek mengalami peningkatan pada maksimal kecepatan linier pergelangan kaki, akan tetapi tidak signifikan. Demikian halnya dengan kecepatan bola di mana tidak adanya perbedaan yang signifikan antara sebelum dan setelah periode latihan. Demikian halnya data dari maksimal kecepatan linier dari sendi lutut dan sendi pinggul, memperlihatkan tidak adanya perbedaan yang berarti seperti halnya pada kelompok latihan beban.

Hasil penelitian kami pada kelompok kontrol, sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Trolle dkk (1993:95-97), yang menggunakan pemain profesional Denmark sebagai subjeknya, di mana pada penelitian tersebut, seluruh subjek hanya latihan sepak bola, data hasil penelitiannya tidak menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan, baik pada kekuatan otot maupun kecepatan bola.

PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis data dari penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa program latihan beban seminggu tiga kali dengan sistem program latihan yang progresif dengan meningkatkan beban latihan setiap dua minggu yang dilakukan secara bersamaan dengan latihan sepak bola dapat meningkatkan kekuatan otot kaki. Selain itu, juga dapat meningkatkan kecepatan linier pergelangan kaki dan kecepatan bola secara berarti atau signifikan. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa program latihan beban sebagai bagian dari program latihan sepak bola, ternyata tidak hanya meningkatkan kekuatan otot kaki untuk mencegah terjadinya cedera, tetapi juga menjadi salah satu faktor penting untuk meningkatkan keterampilan menendang bola.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Ketua dan Tim Penyunting yang telah memberi masukan yang berharga sehingga tulisan ini dapat dimuat di *Jurnal Cakrawala Pendidikan* Universitas Negeri Yogyakarta. Terima kasih juga kami ucapkan kepada

Redaktur dan segenap pengelola *Jurnal Cakrawala Pendidikan* yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mempublicasikan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aagard, P., Simonsen, E.B., Trolle, M., Bangsbo, J., Klausen, K. 1993. "Specificity of Training Velocity and Training Load on Gains in Isokinetic Knee Joints Strength." *Acta Physiol Scand.* (4): 156: 123-129.
- Andersen, J.L., Klitgaard, H., Bangsbo, J., and Saltin, B. 1994. "Myosin Heavy Chain Isoforms in Single Fibers from Vastus Lateralis of Soccer Players: Effects of Strength Training." *Acta Physiol Scand.* (150): 21-26.
- Barfield, W.R. 1998. "The Biomechanics of Kicking in Soccer." *Clin Sports Med.* (7): 711-728.
- Caiozzo, V.J., Perrine, J.J., & Edgerton, V. R. 1981. "Training-Induced Alterations of the in Vivo Force-Velocity Relationship of Human Muscle". *J Appl Physiol.* 51 (3): 50-53.
- Croisier, J.L., Forthomme, B., Namurois, M.H. 2002. "Hamstring Muscle Strain Recurrence and Strength Performance Disorders". *AM J Sports Med.* (30): 199-203.
- Greig, M., Siegler, J.C. 2009. "Soccer-Specific Fatigue and Eccentric Hamstrings Muscle Strength." *Journal of Athletic Training.* 44 (2): 180-184.
- Jelusic, V., Juric, S., Kukolj, M. 1992. "Effect of the Stretch-Shortening Strength Training on Kicking Performance in Soccer Players." *J. Human Mov Studies.* (22): 231-238.
- Lees, A., & Nolan, L. 1998. "The Biomechanics of Soccer: a Review." *Journal of Sports Sci.* (16): 211-234.
- Levanon, J., & Dapena, J. 1998. "Comparison of the Kinematics of the Full-Instep Kick and Pass Kicks in Soccer." *Medicine and Sciences in Sports and Exercise.* (30): 917-927.
- Poulmedis, P., Rondoyanis, P.T.G., Mitsou, A., Tsarouchas, E. 1988. "The Influence of Isokinetic Muscle Torque Exerted in Various Speeds on Soccer Ball Velocity." *Journal Orthop Sports Phys Ther.* (10): 93-96.
- Reilly, T. (ed). 1996. *Science and Soccer.* London: E&FN Spon.
- Starosta, W. 1993. "Symmetry and Asymmetry in Shooting Demonstrated by Elite Soccer Players." In T. Reilly, J. Clarys, O. Stibe (eds). *Science and football.* London: E & FN Spon: 346-355.
- Taiana, F., Grehaigne, J.F., Cometti, G. 1993. "The Influence of Maximal Strength Training of Lower Limbs of Soccer Players on Their Physical and Kick Performance." In T. Reilly, J. Clarys, O. Stibe (eds). *Science and Football II.* London: E & FN Spon: 98-103.
- Trolle, M., Aagard, P., Simonsen, E.B., Bangsbo, J., Klausen, K. 1993. "Effect of Strength Training on Kicking Performance in Soccer." In T. Reilly, J. Clarys, O. Stibe (eds). *Science and Football II.* London: E&FN Spon: 95-97.
- Voigt, M., Klausen, K. 1990. "Changes in Muscle Strength and Speed of an Unloaded Movement after Various Training Programmes." *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 60 (5): 370-376.
- Winter, D. A. 1990. *Biomechanics and Motor Control of Human Movement.* New York: John Willey.
- Woods, C., Hawkins, R.D., Maltby, S., Hulse, M., Thomas, A., Hodson, A. 2004. "The Football Association Medical Research Programme: an Audit of Injuries in Professional Football-Analysis of Hamstrings Injuries." *Br J Sports Med S.* (38): 36-41.

