



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 4 Nomor 6 Tahun 2024 Page 4377-4388

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

## Analisis Surface Electromyograph Otot Rectus Femoris Atlet Anggar Sabre dan Floret dengan Riwayat Cidera Lutut Saat Gerakan Lunge

Adhy Kurniawan<sup>1✉</sup>, Hapy Ardiaviandaru Siamy<sup>2</sup>, Bota Muhammad Akbar<sup>3</sup>, Wijianto<sup>4</sup>, Siti Khadijah<sup>5</sup>

(1) STIKES Graha Mandiri Cilacap (2)(3) Universitas Muhammadiyah Metro

(4)(5) Universitas Muhammadiyah Surakarta

Email: [\\_adhykur2013@gmail.com](mailto:_adhykur2013@gmail.com)<sup>✉</sup>

### Abstrak

Anggar adalah olahraga pertarungan dengan 3 jenis pedang yang digunakan. Floret/foil, sabre, dan degen/epee adalah pedang yang digunakan dalam olahraga ini. Dasar permainan anggar adalah gerakan kaki yang disebut dengan footwork. Salah satu gerakan footwork adalah lunge. Lunge menggunakan otot rectus femoris sebagai penggerak utama. Hal ini akan berpengaruh pada kualitas lunge jika atlet mengalami cidera lutut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis aktivitas otot rectus femoris saat melakukan gerakan lunge pada atlet anggar nomor sabre yang memiliki riwayat cedera lutut. Penelitian kuantitatif dengan metode observasional analitik dan pendekatan cross-sectional. Sampel adalah 3 atlet anggar nomor sabre dan floret, berusia 15-24 tahun dengan riwayat cedera lutut. Aktivasi otot rectus femoris diukur oleh S-EMG saat gerakan lunge. Hasil S-EMG nilai kontraksi otot rectus femoris pada ketiga subjek sabre adalah sekitar 48.33 mV, 53.33 mV dan 52 mv. Sementara floret sekitar 96,67 mV, 91,33mV dan 96 mV. Hasil perekaman data S-EMG menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara aktivitas listrik otot rectus femoris pada atlet anggar nomor sabre yang pernah mengalami cidera, sedangkan pada nomor floret cidera tidak mempengaruhi aktivasi otot rectus femoris.

Kata Kunci: *Lunge, Nyeri Lutut, Otot Rectus Femoris, S-EMG, KOOS*

## Abstract

Fencing is a combat sport with 3 types of swords used. Floret/foil, sabre, and degen/epee are the swords used in this sport. The basis of fencing is footwork. One of the footwork movements is lunge. Lunge uses the rectus femoris muscle as the main driver. This will affect the quality of the lunge if the athlete has a knee injury. This study aims to analyze the activity of the rectus femoris muscle when performing lunge movements in sabre fencers who have a history of knee injuries. Quantitative research with observational analytical methods and cross-sectional approaches. The sample was 3 sabre and floret fencers, aged 15-24 years with a history of knee injuries. Rectus femoris muscle activation was measured by S-EMG during the lunge movement. The S-EMG results of rectus femoris muscle contraction values in the three sabre subjects were around 48.33 mV, 53.33 mV and 52 mv. While floret is around 96.67 mV, 91.33 mV and 96 mV. The results of S-EMG data recording show that there is a relationship between the electrical activity of the rectus femoris muscle in sabre fencers who have experienced injuries, while in the floret number the injury does not affect the activation of the rectus femoris muscle.

Keywords: *Lunge, Knee Pain, Rectus Femoris Muscle, S-EMG, KOOS*

## PENDAHULUAN

Olahraga anggar adalah jenis olahraga yang sedang digemari baik itu oleh anak – anak, orang dewasa maupun orang tua. Hal ini terbukti dengan semakin banyak kejuaraan anggar yang diadakan baik nasional maupun internasional (Yusrania et al., 2021). Anggar membutuhkan dua orang pemain yang bertarung dengan menggunakan pedang khusus (Ismail et al., 2017). Pemberian poin dalam permainan ditentukan dengan pedang pemain menyentuh lawannya (Borysiuk et al., 2019). Anggar berasal dari kata "*en garde*" yang memiliki arti "bersiap". Kata "*en garde*" merupakan perintah "bersiap" yang diserukan oleh wasit kepada pemain. Olahraga anggar dianggap sebagai olahraga permainan yang menghibur serta menjadi sarana pendidikan ataupun olahraga (Roi & Bianchedi, 2008).

Anggar adalah olahraga kombat/ pertarungan yang menggunakan tiga pedang khusus yang berbeda sebagai senjata, ketiga senjata tersebut adalah epee/ degen, foil/ floret, dan sabre. Anggar juga merupakan perpaduan dari keterampilan gerak, seni dan budaya serta merupakan olahraga ketangkasan dengan senjata yang menekankan pada teknik kemampuan seperti memotong, menusuk, serta menangkis senjata lawan dengan mempergunakan keterampilan dalam memanfaatkan keahlian serta kelincahan tangan (Nuruddin Priya, Hidayatullah, 2016). Selain itu, anggar adalah sebuah latihan dimana manusia sering menyatu dengan pedangnya dan melatih dirinya dengan penuh semangat untuk meningkatkan tekanan darah, adrenalin, dan denyut jantung (Asiva Noor Rachmayani, 2015). Anggar juga termasuk dalam olahraga kecepatan dan kelincahan, karena harus ada pergerakan dari pemain anggar untuk merubah posisi dari bertahan ke

menyerang, keseimbangan anggota gerak juga diperlukan untuk perubahan dari gerakan menyerang dan bertahan dalam waktu yang singkat (Redondo et al., 2014).

Senjata yang digunakan dalam anggar memiliki penilaian tersendiri. Pedang epee dan foil merupakan senjata Panjang yang berupa "titik" dimana untuk mendapatkan skor adalah dengan gerakan menyodorkan dan ujung pedang menyentuh lawan, sementara pedang sabre adalah jenis pedang untuk "memotong" sehingga pemberian skor diperlukan sentuhan bilah pedang ketubuh lawan dengan gerakan menebas (Prakash & K. Sinha, 2019). Olahraga anggar membutuhkan kecepatan dan kelincahan untuk menyerang lawan dan mendapatkan poin, hal tersebut harus didukung oleh pergerakan anggota gerak bawah khususnya otot – otot anggota gerak bawah (Redondo et al., 2014). Terdapat beberapa gerakan kaki (*footwork*) yang menjadi dasar dalam permainan anggar antara lain *the guard*, *advance and retreat*, dan *lunge* (Eduard & Ana, 2016). Gerakan kaki pada permainan anggar dinamakan dengan *footwork*, adalah suatu kombinasi gerakan dari anggota gerak bawah untuk merubah arah dari posisi menyerang ke posisi bertahan pada permainan anggar (Zhengwei & Chuanjie, 2017). *Footwork* dalam permainan anggar dibagi menjadi *the guard*, Langkah maju - mundur, dan *lunge* (serang). Salah satu dari *footwork* pada anggar adalah gerakan *lunge*, gerakan ini merupakan gerakan menyerang lawan untuk mendapatkan poin.

Gerakan *lunge* dimulai dengan memposisikan kaki depan diimbangi posisi pantat yang harus stabil, bersama - sama dengan lengan kemudian tangan diluruskan penuh dan mengarah ke lawan, menciptakan suatu power maju dengan tolakan kaki belakang sehingga badan bergerak maju. Gerakan selanjutnya kaki dilontarkan ke depan untuk menjangkau lurus ke depan dalam mencapai gerak penuh, tumit sepatu kaki depan mendarat ke tanah terlebih dahulu yang akhirnya akan jatuh dalam posisi serangan penuh (Borysiuk et al., 2019). Gerakan *lunge* mempergunakan tenaga yang cukup besar dari otot – otot *plantar flexor* pergelangan kaki serta otot ekstensor dari lutut yaitu *quadriceps* dan pinggul. Disamping itu untuk gerakan menyerang berikutnya otot fleksor pinggul dan *quadriceps* kaki terdepan sangat berperan. Pada saat melakukan gerakan *lunge* kekuatan otot *quadriceps* terutama otot *rectus femoris* sangat dominan (Ismail et al., 2017; Segueida Lorca et al., 2020).



Gambar 1. Gerakan *Lunge*

Sumber : Dokumen Pribadi

Gerakan *Lunge* membuat lutut pemain anggar menerima beban tubuh secara terus menerus dan berkesinambungan sehingga rentan terhadap cedera. Selain itu *footwork* yang terlalu cepat dan dilakukan secara terus menerus membuat atlet anggar sering mengalami cedera pada anggota gerak bawah terutama pada bagian lutut (Park & Byung, 2017). Akibat adanya perubahan pergerakan langkah kaki yang sangat cepat serta perubahan dari menyerang dan bertahan sehingga akan berakibat terjadinya cedera pada ekstremitas bawah (Kim & Park, 2023). Berdasarkan data dari *International Olympic Committee* (IOC) olahraga anggar adalah salah satu olahraga yang paling banyak mengalami cedera pada anggota gerak bawah (Park & Byung, 2017). Cedera pada lutut dapat mengakibatkan peradangan dan menimbulkan rasa nyeri yang dapat menghambat gerakan *lunge* serta berpengaruh pada aktivasi otot *rectus femoris*.

Aktivasi otot adalah serangkaian proses elektrokimia yang terjadi sebelum kontraksi otot aktif, analisa aktivasi otot penting dilakukan untuk melihat pola aktivasi dan besarnya kekuatan otot selama pergerakan. Analisa aktivasi otot penting dilakukan untuk melihat pola aktivasi dan besarnya kekuatan otot selama pergerakan, pola aktivitas kontraksi pada manusia berbeda setiap individu yang dapat diukur menggunakan *electromyograph* (EMG) (Nazmi *et al.*, 2016). EMG adalah suatu teknologi yang dipergunakan untuk merekam aktivitas elektrik dari otot, untuk menentukan apakah otot tersebut sedang berkontraksi ataukah tidak (Rizki Multajam, mada sanjaya, 2016). Sinyal EMG merepresentasikan anatomi dan fisiologi otot khususnya aktivitas elektrik pada motor unit, untuk itu aktivitas kontraksi otot sangat bergantung pada sistem neuromuskular (Chowdhury *et al.*, 2013).

Nyeri adalah pengalaman sensoris dan emosional tidak menyenangkan yang disertai kerusakan jaringan secara potensial maupun aktual (IASP, 2020). Pada atlet anggar nyeri lutut terjadi karena karakteristik permainannya yaitu gerakan berulang dengan intensitas tinggi, sehingga beban yang diterima lutut meningkat dan timbul cedera akut maupun

*overuse* (Alekseyev et al., 2016; Nejati et al., 2011; Park & Byung, 2017). Nyeri yang bersifat akut maupun kronis akan mempengaruhi aktivasi otot secara keseluruhan, hal tersebut akan terlihat dari gambaran amplitudo Surface - EMG yang lebih rendah daripada yang tidak mengalami nyeri (Brenneman et al., 2016). Menurut Ismail et al (2017) aktivasi otot *Rectus Femoris* saat melakukan gerakan *lunge* lebih tinggi daripada saat melakukan gerakan *fleche* pada olahraga anggar. Pada saat ini penelitian tentang olahraga anggar dan penggunaan alat *Surface* - EMG untuk *sport science* sangat jarang di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis hasil *Surface* - EMG pada otot *rectus femoris* saat melakukan gerakan *lunge* pada atlet anggar dengan riwayat cedera lutut dan diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi pencegahan terhadap cedera lutut serta mengembangkan olahraga anggar di Indonesia.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah kuantitatif dengan menggunakan metode observasional analitik. Penelitian ini dilakukan di Gedung Olahraga (GOR) Universitas Tunas Pembangunan dengan jumlah populasi atlet anggar adalah 40 orang. Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling*, dimana peneliti menetapkan syarat – syarat untuk menentukan sampel. Kriteria inklusi dan eksklusi dalam penelitian ini antara lain, yaitu Kriteria inklusi : a. atlet anggar dengan usia 15 sampai 24 tahun, b. berjenis kelamin laki – laki dan perempuan, c. mempunyai riwayat nyeri pada lutut, d. bersedia menjadi responden dalam penelitian, e. memiliki pengalaman bermain anggar lebih dari 2 tahun, f. hadir untuk mengikuti test dan pengukuran pada waktu yang telah ditentukan. Sedangkan untuk kriteria eksklusi antara lain : a. sedang menjalani program latihan setelah mengalami cedera, b. sedang cedera, c. berhalangan hadir untuk mengikuti pengukuran atau test, d. tidak menyelesaikan sesi pengukuran, e. tidak bersedia dijadikan responden.

Jumlah Sampel yang memenuhi kriteria inklusi penelitian ini sejumlah 3 orang atlet anggar nomor sabre dan 3 orang atlet anggar nomer floret. Untuk mengetahui Riwayat nyeri yang diderita responden, peneliti menggunakan kuisisioner KOOS (Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score). Form penilaian KOOS terbagi menjadi empat pilihan jawaban yaitu “tidak pernah, jarang, kadang, sering dan selalu”.

Partisipan mengisi salah satu diantaranya sesuai dengan kondisi saat ini. KOOS terdiri dari 42 butir pertanyaan yang terbagi menjadi 5 sub pertanyaan *Pain, Symptom, Activies Daily Living (ADL), Sport & Recreation and Kualitas hidup (QoL)*. Rentang penilaian dari 0 – 100 dengan lebih rendah menandakan kemampuan fungsional terganggu atau menurun sedangkan nilai lebih tinggi menandakan kemampuan fungsional yang lebih baik (Collins

et al., 2016). S – EMG merekam aktivitas listrik yang dihasilkan oleh suatu otot dikarenakan adanya kontraksi pada otot tersebut. Kontraksi ini dapat menimbulkan tegangan listrik otot yang berkisar antara 50 mV hingga 5 mV, dengan durasi antara 2 sampai 15 ms.

Penelitian ini diawali dengan memberikan kuisisioner KOOS kepada seluruh atlet anggar yang ada di UKM UTP, kemudian setelah itu hasil KOOS di lakukan rekapitulasi dan didapatkan 3 orang yang memenuhi kriteria sebagai sampel dan dilakukan pengukuran menggunakan *Surface – EMG*. Variabel yang akan diukur adalah aktivasi otot *rectus femoris* yang diukur menggunakan S-EMG merk Noraxon Myometrics MR3. Elektrode Noraxon ditempatkan pada *muscle belly* otot *rectus femoris*. S-EMG merupakan alat perekam aktivitas kelistrikan otot pada saat kontraksi, sinyal digital untuk merekam data dikirim transmisi telemetrik ke komputer yang memiliki software Noraxon.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan untuk mengetahui aktivasi otot pada *lower limb muscles* khususnya otot *rectus femoris* saat gerakan *lunge* atlet anggar nomor sabre dan nomor floret di UKM anggar UTP Solo. Dalam penelitian ini melibatkan 6 responden sebagai sampel penelitian. Penelitian ini melihat gerakan *lunge* yang terdiri dari gerakan awal sampai akhir . Responden diminta melakukan sparring dengan teman sesama nomor yang diambil kemudian diminta melakukan gerakan *lunge* sebanyak 3 kali dan diambil rata – rata dari ketiganya. Berikut penjabaran hasil kuisisioner KOOS dan data aktivasi otot dari masing-masing atlet anggar.

Tabel 1. Riwayat Nyeri Responden Diukur dengan KOOS

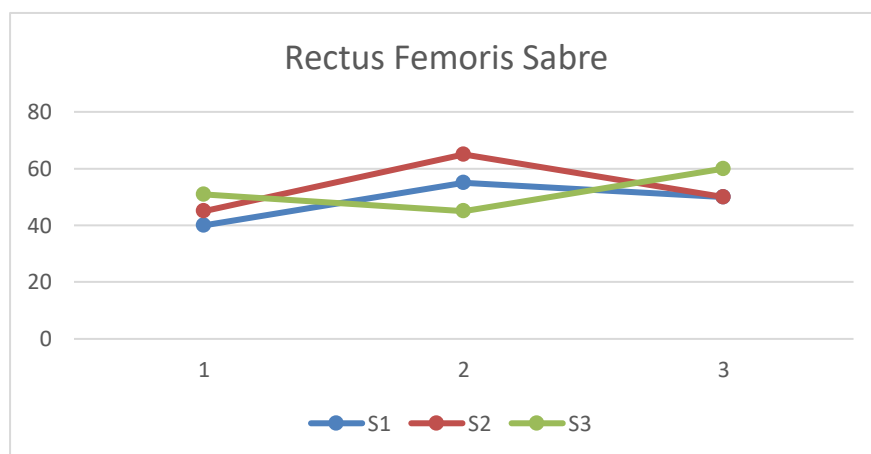
	KOOS				
	Sympt	Pain	Activity	OR & Rek	QoL
S1	32,14	50	73,53	40	56,25
S2	71,43	75	72,06	75	100
S3	39,29	47,22	88,24	70	93,75
F1	35,71	52,78	70,59	45	43,75
F2	64,29	100	100	100	100
F3	57,14	63,89	72,06	60	75

Hasil perekaman data S-EMG pada keenam atlet anggar pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

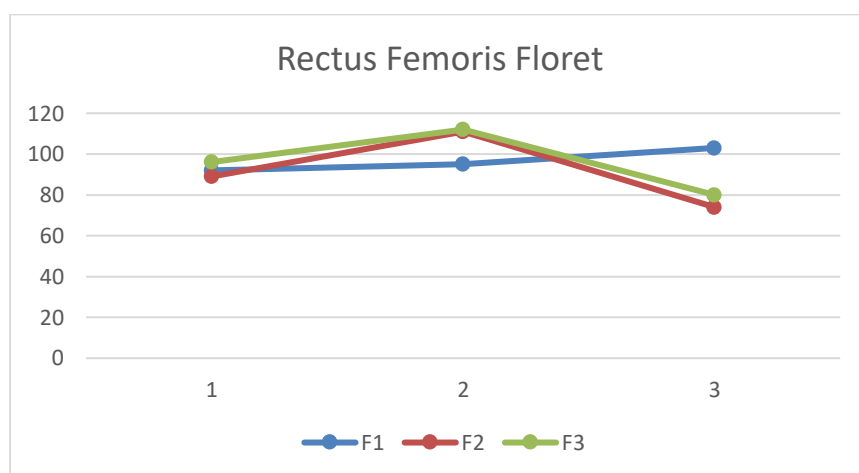
Tabel 2. Hasil S-EMG Otot *Rectus Femoris* Atlet Anggar Saat *Lunges*

	Rectus Femoris			
	L1	L2	L3	Rerata
S1	40	55	50	48,33
S2	45	65	50	53,33
S3	51	45	60	52
F1	92	95	103	96,67
F2	89	111	74	91,33
F3	96	112	80	96

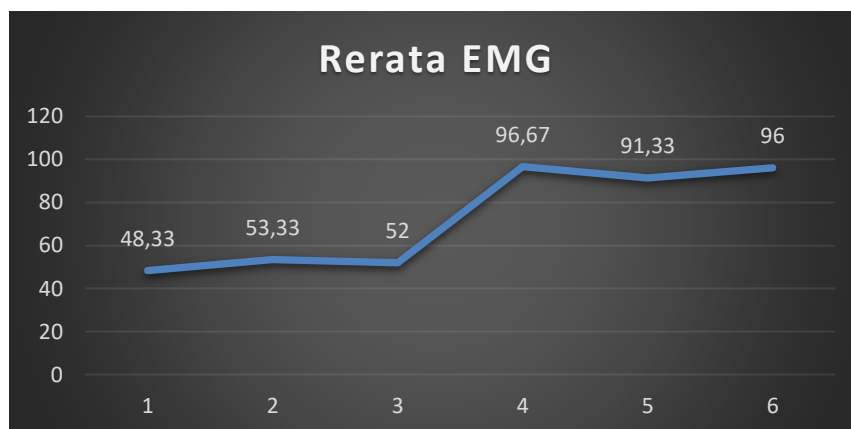
Berikut gambaran aktivasi otot *rectus femoris* atlet anggar nomer sabre selama melakukan gerakan *lunges*.



Gambar 2. Grafik S-EMG Otot *Rectus Femoris* Nomer Sabre Saat *Lunges*



Gambar 3. Grafik S-EMG Otot *Rectus Femoris* Nomer Floret Saat *Lunges*



Gambar 4. Grafik Rerata S-EMG Otot *Rectus Femoris* Saat *Lunges*

Gerakan *lunges* melibatkan fleksi lutut dan ekstensi pinggul. Secara kinematis, gerakan *lunge* melibatkan gerakan yang lebih besar pada lutut dibandingkan pada pergelangan kaki dan pinggul, namun secara kinetik, latihan ini dominan pada area pinggul (Riemann et al., 2012). Saat melakukan *lunges* terjadi berbagai kontraksi otot kaki secara sinergis untuk menjaga stabilitas dan menggerakkan tubuh. Secara khusus, otot-otot utama yang terlibat dalam *lunges* adalah otot *rectus femoris* (Aresta et al., 2022). Penggunaan peralatan S-EMG memungkinkan peneliti untuk mengukur aktivitas listrik otot secara langsung serta memberikan informasi yang lebih spesifik tentang intensitas dan durasi kontraksi otot selama gerakan tertentu. Permukaan tubuh memiliki potensial aksi antara 0 – 0,1 mV. Sinyal EMG berlandaskan pada sinyal aktivasi yang berada di dalam membran serabut otot, yang terbentuk karena adanya proses kontraksi dan relaksasi otot. Otot yang tidak berkontraksi dan tidak dalam kondisi cedera maka tidak menunjukkan aktivitas EMG yang signifikan karena tidak adanya depolarisasi dan potensi aksi (Cram, 2010). Pada saat *lunges* diperoleh hasil kontraksi *rectus femoris* cenderung seragam pada ke tiga subjek. Rerata aktivasi otot *rectus femoris* pada keenam responden dengan nilai 48,3 mV pada Sabre 1, dan nilai 53,3 mV pada Sabre 2, dan nilai 52 pada Sabre 3. Sedangkan untuk Floret 1 nilai 96,67mV, nilai Floret 2 adalah 91,33mV dan terakhir 96mV adalah nilai Floret 3. Besaran tegangan yang dihasilkan bergantung pada posisi anatomi otot, ukuran dari otot yang direkam, dan penempatan elektroda saat melakukan perekaman. Otot yang tidak berada dalam keadaan kontraksi maka tidak ada tegangan yang dihasilkan. Penggunaan otot *rectus femoris* pada saat initial flexi saat gerakan *lunges*. Otot *rectus femoris* bertindak sebagai otot agonis saat pergerakan *hip fleksi*. Kerja otot *rectus femoris* pada saat melakukan gerakan lunge dipengaruhi oleh kemampuan aktivasi otot yang dilakukan oleh setiap atlet (Seiler, 2012). Aktivasi otot juga dipengaruhi oleh frekwensi latihan serta daya tahan dari masing-masing atlet, karena semakin tinggi tingkat latihan seorang atlet, maka semakin tinggi kemampuan untuk mengontrol kontraksi otot di setiap gerakan dalam olahraga anggar begitu pun

sebaliknya (Brenneman et al., 2016; Schiffman & Zebas, 1997).

Kemampuan neuromuskular menurun akibat adanya permasalahan pada hormonal, adanya nyeri, gizi ataupun mental sang atlet, maka dapat mempengaruhi kerja dari aktivasi otot atlet tersebut. Hal tersebut dapat menyebabkan otot mudah lelah dan membuat otot tersebut bisa mengalami cedera baik akut maupun kronis. Pada atlet yang sudah pernah cedera dan aktivasi ototnya menurun dapat ditunjang dengan latihan yang bertujuan meningkatkan kekuatan dan aktivasi otot yang terkena cedera, sehingga dapat meningkatkan kembali performa atlet tersebut (Astuti et al., 2020).

## SIMPULAN

Gerakan *lunge* pemain anggar sangat dipengaruhi oleh kekuatan dari otot ekstremitas bawah khususnya otot *rectus femoris*. Dari hasil perekaman data lewat S-EMG didapatkan bahwa adanya hubungan antara aktivitas listrik otot *rectus femoris* pada atlet anggar yang pernah mengalami cedera pada nomor sabre, sedangkan pada nomor floret cedera tidak mempengaruhi besaran aktivasi otot.

Deteksi dini untuk kekuatan otot dan aktivasi otot sangat penting bagi tiap atlet, agar supaya intensitas latihan yang diberikan oleh pelatih sesuai dengan karakter otot atlet. Selain itu, EMG membantu untuk memberikan dasar bagi pelatih mengarahkan dan membuat pelatihan yang mempunyai tujuan mengontrol gerak tubuh atlet secara optimal serta menghindarkan atlet dari resiko cedera yang parah saat latihan.

Bagi para atlet anggar baik tingkat pra kadet, kadet, senior diharapkan dapat melakukan pembinaan dan pelatihan fisik sesuai dengan apa yang sudah dirancang dan dilaksanakan secara disiplin. Namun bukan hanya fisik saja, perlu diperhatikan pula dari segi nutrisi agar terjaga performa atlet dari segala aspek.

Bagi peneliti selanjutnya diharapkan pengaplikasian EMG sangat penting bagi cabang olahraga anggar pada khususnya dan semoga EMG dapat pula digunakan pada cabang olahraga lain. Sebagai bahan untuk melakukan deteksi dini pada para atlet dan para pelatih dapat membuat program latihan yang tepat untuk setiap atlet sehingga atletnya terhindar dari cedera.

Maka dari itu, diharapkan pelatih dapat mendeteksi terlebih dahulu aktivasi otot-otot pada atletnya yang berperan penting dalam anggar khususnya gerakan *lunge* agar dalam pembinaan dan pelatihan mendapatkan program latihan yang sesuai dan tepat sasaran serta dapat menanggulangi timbulnya kelelahan otot pada proses latihan, saat pertandingan dan setelah pertandingan serta pada masa pemulihan kondisi fisik atlet. aktivasi otot juga dipengaruhi oleh kemampuan neuromuskular di setiap otot dari

masing-masing atlet.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alekseyev, K., Stoly, Y., Chang, R., Lakdawala, M., Bijlani, T., & Cristian, A. (2016). Identification of the most frequent injuries in a variety of fencing competitors: A cross sectional study of fencing clubs in the Northeast tri-state region. *Physical Medicine and Rehabilitation Research*, 1(3).<https://doi.org/10.15761/pmrr.1000115>
- Astuti, P., Mulyana, B., Pitriani, P., Simbolon, M., Hamzah, A., & Sartika, D. (2020). *The Impact of the Implementation of Lunge Exercise with Heel Striking on Fencing*. 27(Icsshpe 2019), 157–159. <https://doi.org/10.2991/ahsr.k.200214.043>
- Borysiuk, Z., Markowska, N., Konieczny, M., Kręcisz, K., Błaszczyszyn, M., Nikolaidis, P. T., Knechtle, B., & Pakosz, P. (2019). Flèche versus lunge as the optimal footwork technique in fencing. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(13). <https://doi.org/10.3390/ijerph16132315>
- Brenneman, E. C., Kuntz, A. B., Wiebenga, E. G., & Maly, M. R. (2016). Does pain relate with activation of quadriceps and hamstrings muscles during strengthening exercise in people with knee osteoarthritis? *SpringerPlus*, 5(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s40064-016-2048-1>
- Chowdhury, R. H., Reaz, M. B. I., Bin Mohd Ali, M. A., Bakar, A. A. A., Chellappan, K., & Chang, T. G. (2013). Surface electromyography signal processing and classification techniques. *Sensors (Switzerland)*, 13(9), 12431–12466. <https://doi.org/10.3390/s130912431>
- Collins, N. J., Prinsen, C. A. C., Christensen, R., Bartels, E. M., Terwee, C. B., & Roos, E. M. (2016). Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS): systematic review and meta-analysis of measurement properties. *Osteoarthritis and Cartilage*, 24(8), 1317–1329. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2016.03.010>
- Cram, J. (2010). Eleanor. Jones & Bartlett Publishers, 2010. *Introduction to Surface Electromyography*.
- Eduard, M., & Ana, V. (2016). *Guide for Teaching*. IASP. (2020). *No Title*. International Association for Study of Pain.
- Ismail, M. F., Mohd Hashim, A. H., & Morazuki, S. R. (2017). Muscle activity during lunge for fencers. *Man in India*, 97(13), 153–158.
- Kim, H. C., & Park, K. J. (2023). Epidemiology of Sports Injuries in Korean Elite Female Fencing Athletes: a Prospective Cohort Study. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 29, 26–29. [https://doi.org/10.1590/1517-8692202329022022\\_0146i](https://doi.org/10.1590/1517-8692202329022022_0146i)

- Nazmi, N., Rahman, M. A. A., Yamamoto, S. I., Ahmad, S. A., Zamzuri, H., & Mazlan, S. A. (2016). A review of classification techniques of EMG signals during isotonic and isometric contractions. *Sensors (Switzerland)*, *16*(8), 1–28. <https://doi.org/10.3390/s16081304>
- Nejati, P., Forogh, B., Moeineddin, R., Baradaran, H. R., & Nejati, M. (2011). Patellofemoral pain syndrome in Iranian female athletes. *Acta Medica Iranica*, *49*(3), 169–172.
- Nuruddin. (2013). Analisis kebutuhan gerakan teknik dasar dalam olahraga anggar. *Journal of Chemical Information and Modeling*, *53*(9), 1689–1699.
- Park, K. J., & Byung, S. B. (2017). Injuries in elite Korean fencers: An epidemiological study. *British Journal of Sports Medicine*, *51*(4), 220–225. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096754>
- Prakash, N., & K. Sinha, A. (2019). Injury pattern among fencing players in India. *Physiotherapy - The Journal of Indian Association of Physiotherapists*, *13*(2), 84. [https://doi.org/10.4103/pjiap.pjiap\\_42\\_18](https://doi.org/10.4103/pjiap.pjiap_42_18)
- Redondo, J. C., Alonso, C. J., Sedano, S., & De Benito, A. M. (2014). Effects of a 12-week strength training program on experimented fencers' movement time. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *28*(12), 3375–3384. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000581>
- Rizki Multajam, mada sanjaya, aceng sambas dkk. (2016). *Desain Dan Analisis Electromyography (Emg) Serta Aplikasinya Dalam Mendeteksi Sinyal Otot*. *11*(2), 1–6.
- Roi, G. S., & Bianchedi, D. (2008). The science of fencing: Implications for performance and injury prevention. *Sports Medicine*, *38*(6), 465–481. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838060-00003>
- Santoso, Nuruddin Priya, Hidayatullah, M. F. (2016). The Journal of Educational Development. *The Journal of Educational Development*, *6*(JED), 106–113.
- Schiffman, J. M., & Zebas, C. J. (1997). Kinematic Analysis of an Elite Level Fencer. *15 International Symposium on Biomechanics in Sports (1997)*, 391–396.
- Segueida Lorca, Á., Maureira Cid, F., Valdés Badilla, P., Franchini, E., & Herrera Valenzuela, T. (2020). Association between knee, ankle, and hip joint angles and contact time during the lunge and recoil phases among sabreurs (Asociación entre los ángulos articulares de la cadera, rodilla y tobillo con el tiempo de contacto durante el fondo y el recobro en. *Retos*, *204*(38), 523–527. <https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.74797>
- Seiler, S. (2012). Exercise Physiology: The Methods and Mechanisms Underlying Performance. *Cycling Articles: Physiology*, *4*(1), 40–66.

- Yusrania, F., Tinduh, D., Utomo, D. N., & Herawati, L. (2021). Prevalence of Knee Injury in East Java's Puslatda Fencing Athletes. *Surabaya Physical Medicine and Rehabilitation Journal*, 3(2), 77. <https://doi.org/10.20473/spmrj.v3i2.25169>
- Zhengwei, F., & Chuanjie, Z. (2017). Biomechanical analysis of knee joint mechanism of the national women's epee fencing lunge movement. *Biomedical Research (India)*, 2017(Special Issue ArtificialIntelligentTechniquesforBioMedicalSignal ProcessingEdition-I), S104–S110.