

Analisis Kekuatan Kontraksi Otot Rectus Abdominis Pada Gerakan Sit-Up dengan Menggunakan Sinyal Elektromiogram

Rusli¹, Sarifin², Arimbi³

Universitas Negeri Makassar

Email: ruslifik@unm.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sinyal elektromiogram otot pada saat melakukan gerakan sit-up. Subjek dalam penelitian ini atlet cabang olahraga sepakakraw. Pengukuran sinyal EMG menggunakan alat trigono™ wireless EMG system. Output data berupa hasil sinyal EMG, nilai root mean square dari komponen otot yang diukur. Teknik analisis data menggunakan dekriptif kuantitatif. Hasil pengukuran sinyal EMG dari gerakan sit-up menghasilkan nilai RMS dari otot yang diukur pada penelitian ini adalah sebagai berikut: left semitendinosus nilai terbesar 0,32714 mV dan terkecil -0,02400 mV dengan nilai RMS 60,8414 dan right semitendinosus menghasilkan nilai sinyal EMG terbesar 0,21585 mV dan nilai terkecil -0,06177 mV dengan nilai RMS 110,591. kesimpulan: otot yang menghasilkan sinyal EMG otot tertinggi dari gerakan sit-up terdapat pada otot right rectus abdominis dan otot left rectus abdominis.

Kata Kunci: Otot, Semitendinosus, Sit-Up

PENDAHULUAN

Untuk meningkatkan kualitas kemampuan fisik khususnya dalam gerakan sit-up, dimulai dengan mengidentifikasi kinerja otot apa yang lebih dominan dalam melakukan gerakan tersebut. Hasil identifikasi kontraksi otot pada atlet saat melakukan gerakan seperti sit-up, dapat memberikan pemahaman tentang hakikat dan fungsi gerakan tubuh serta dapat digunakan sebagai bahan dalam menyusun dan mengembangkan program latihan yang tepat bagi atlet, sehingga penggunaan kelompok otot dapat mampu bekerja lebih lama, mampu mengurangi kelelahan, dan dapat menghindari terjadinya cedera olahraga pada atlet.

Dari hasil identifikasi gerakan sit-up adalah dominan berkontraksi adalah otot pada bagian perut yaitu rectus abdominis, sedangkan otot-otot bagian lain lebih bersifat sebagai penunjang (supporting). Gerakan sit-up adalah gerakan yang memerlukan intensitas tinggi dalam waktu singkat, terutama pada waktu melakukan berbagai gerakan, yang jika diamati gerakan tidak lebih dari 1 – 5 detik dan kontraksi otot pada gerakan sit-up lebih dominan menggunakan serabut otot cepat (fast switch fiber) dibandingkan serabut otot lambat (slow switch fiber) (Iyakrus, 2011, p. 43).

Bentuk gerakan sit-up terjadi dipengaruhi oleh sejumlah gaya. Gaya tidak lain adalah kontraksi otot. Aryulina mengungkapkan bahwa otot adalah sebuah jaringan konektif dalam tubuh yang tugas utamanya kontraksi. Ketika otot bergerak secara aktif

akan menimbulkan adanya peregangan atau kontraksi. Kontraksi otot berfungsi untuk memindahkan atau menggerakkan bagian-bagian tubuh dan substansi dalam tubuh. Ada tiga macam sel otot dalam tubuh manusia (jantung, lurik dan polos) namun yang berperan dalam pergerakan kerangka tubuh manusia adalah otot rangka/lurik (2004, para. 5).

Otot tersusun atas sel-sel otot yang bertugas menggerakkan berbagai bagian tubuh. Jaringan otot bersifat khusus, yaitu dapat berkontraksi dan berelaksasi karena adanya serabut otot. Setiap serabut otot mengandung beberapa sarkomer dengan protein aktomiosin (gabungan antara filamen halus aktin dan filamen kasar miosin). Ketika kontraksi, sarkomer menjadi pendek, dan kembali ke posisi semula ketika relaksasi. Untuk itu, sel otot mempunyai struktur yang khusus di dalam sitoplasma yang dikenal dengan serabut kontraktile. Jaringan otot mempunyai plasma yang disebut sarkoplasma (membran plasma sel otot) dan selaput otot yang disebut sarkolema (K, Biologi, 2017, Agustus, 18).

Pada gerakan sit-up, maka otot akan berkontraksi lebih besar agar dapat bergerak lebih cepat atau lebih kuat. Nomiyasari menjelaskan bahwa semakin besar otot mengeluarkan tenaga maka frekuensinya akan semakin besar. Sinyal EMG mempunyai range frekuensi pada energi dominan antara 20-500 Hz, dengan amplitudo antara 0-10 mV (2011, para. 5). Untuk melatih otot agar dapat melakukan pekerjaan tersebut dengan benar dan otot berangsur-angsur menjadi lebih kuat, berarti suatu kinerja (performance) akan dapat meningkat bila ada pengaruh listrik atau getaran dari luar tubuh. Saat otot berkontraksi berarti terjadi kontraksi pada serabut otot (muscle fibre contraction) pula, kontraksi pada serabut otot ini diikuti dengan aktivitas listrik (electrical activity) (reps-id.com, 2014, Maret, 25). Adanya aktivitas listrik pada kontraksi ini menyebabkan besar kontraksi dapat diukur. Salah satu alat yang dapat digunakan untuk mengukur kontraksi otot berdasarkan aktivitas listrik ini adalah elektromiografi.

Elektromiografi yang disingkat EMG adalah sebuah proses deteksi, analisis dan pemanfaatan sinyal listrik yang berasal dari kontraksi otot sedangkan sinyal yang diperoleh disebut dengan elektromiogram atau sinyal mioelektrik (Khushaba, 2010, p. 1). Sebuah alat EMG akan merekam sinyal EMG yang ditimbulkan pada suatu otot oleh rangsangan sarafnya, semakin berat kinerja fisik semakin besar usaha yang dilakukan otot. Saat istirahat otot tidak melepaskan listrik, tetapi jika otot berkontraksi secara volunter potensial aksi dapat direkam.

Sinyal EMG pada otot dapat diperoleh melalui pemasangan sebuah elektroda yang diletakkan di permukaan kulit. Elektroda dapat menyimpan data berbagai kondisi sesuai dengan peletakkan elektrodanya, sehingga dapat digunakan untuk mengendalikan suatu sistem dan elektroda yang terpasang pada kelompok otot akan mengenali kondisi dengan memonitor sinyal EMG otot yang sesuai dengan data yang tersimpan. Peletakkan elektroda diletakkan langsung pada otot yang akan diamati

dengan cara menempelkan pada permukaan kulit sebagai pendeteksi sinyal dari pergerakan otot. Sinyal yang ditangkap meliputi daerah yang diberikan elektroda. Akibatnya sinyal yang diperoleh merupakan penjumlahan seluruh sinyal yang ada. Karena proses kontraksi dan relaksasi tiap-tiap otot gerak pada daerah tersebut tidak bersamaan, maka sinyal yang didapat terkesan seperti sinyal acak.

Prinsip kerja EMG adalah mengukur potensial otot, seperti diketahui adanya aktifitas otot akan menimbulkan potensial aksi. Potensial listrik dalam otot tersebut terjadi akibat adanya reaksi kimia dalam otot. Dalam pemeriksaan EMG, karena kesulitan untuk mengisolasi sel otot tunggal maka perekaman sinyal EMG selalu dilakukan untuk beberapa serabut otot. Chalimatus menyatakan bahwa sinyal listrik otot atau sekelompok otot berbentuk gelombang mirip bising ("noise") yang amplitudonya bervariasi terhadap aktivitas otot. Pada kontraksi sedang, amplitudonya kira-kira 1 mV untuk $100 \text{ Hz} < \text{frekuensi} < 500 \text{ Hz}$ dan 0,5 mV untuk $500 \text{ Hz} < \text{frekuensi} < 2000 \text{ Hz}$ (2009, para. 5).

Pemanfaatan EMG dalam bidang olahraga digunakan secara klinis menganalisis kebugaran atlet melalui informasi yang terekam dari sinyal otot seorang atlet, namun penerapan EMG dalam Ilmu Keolahragaan di Indonesia merupakan sesuatu hal yang baru. Nareswari mengungkapkan bahwa penerapan teknologi biomekanika dan EMG baru pertama kali diterapkan dalam olahraga Indonesia tahun 2016 yaitu pada Program Satlak Prima, selanjutnya teknologi sejenis akan terus diimplementasikan untuk kemajuan prestasi olahraga Indonesia (Sports Channel Indonesia, 2016, Januari, 31).

Berbagai ragam aplikasi untuk penggunaan sinyal EMG, salah satu alat untuk mengukur sinyal EMG seorang atlet adalah Trigno™ Wireless EMG System. Fungsi perangkat lunak ini secara umum adalah memproses data atau perintah/instruksi hingga mendapat hasil atau menjalankan sebuah perintah. Alat Trigno™ Wireless EMG System digunakan untuk merekam sinyal EMG yang dihasilkan oleh otot tertentu, selanjutnya sinyal EMG dicatat melalui elektroda yang ditempatkan pada permukaan kulit, kemudian pola-pola aktivasi otot dikonversi menjadi visual atau rekaman sinyal dan diamati oleh instruktur sebagai umpan balik oleh atlet.

Hasil identifikasi sinyal EMG otot pada atlet saat melakukan gerakan sit-up, dapat digunakan sebagai bahan evaluasi bagi pelatih dalam menyusun dan mengembangkan program latihan yang tepat bagi atlet, sehingga penggunaan kelompok otot dapat mampu bekerja lebih lama dan mampu mengurangi kelelahan dan dapat menghindari terjadinya cedera olahraga pada atlet sit-up.

Apabila mengetahui analisis gerakan dan mengetahui besaran sinyal EMG yang terjadi pada tubuh seorang atlet, maka seorang pelatih dapat melakukan biofeedback kepada atlet dalam menyusun dan mengevaluasi program latihan yang tepat sasaran guna meningkatkan prestasi atlet. Tujuan dari biofeedback adalah untuk memberikan

kendali lebih besar kepada atlet atas kondisi tubuh yang tidak terkendali agar dapat meningkatkan kualitas latihan dan meningkat prestasi atlet.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka didapatkan permasalahan penelitian yaitu: Bagaimanakah hasil pengukuran kontraksi otot Rectus Abdominis pada saat melakukan gerakan Sit-Up dengan menggunakan Sinyal Elektromiogram?

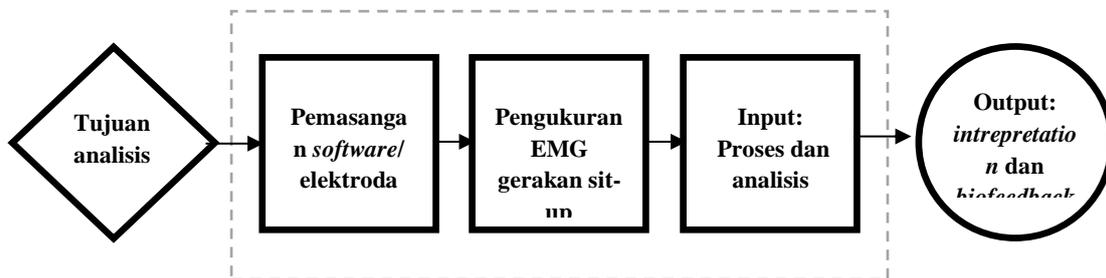
METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian survei dengan metode dekriptif kuantitatif. Metode penelitian deskriptif adalah "penelitian yang dimaksudkan untuk menyelidiki keadaan, kondisi atau hal-hal lain yang sudah disebutkan, yang hasilnya dipaparkan dalam bentuk laporan penelitian" (Sugiyono, 2013, p. 3).

Desain Penelitian

Adapun desain penelitian dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Desain Penelitian

Objek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah hasil pengukuran kontraksi otot yang meliputi: otot rectus abdominis pada atlet saat melakukan gerak gerakan sit-up dengan menggunakan sinyal elektromiogram.

Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah atlet PON cabang olahraga sepaktakraw Sulawesi Selatan tahun 2023 yang berjumlah 3 atlet. Karakteristik yang digunakan subjek dalam penelitian adalah atlet yang memiliki kemampuan yang terlatih, hal ini dimaksudkan agar subjek yang digunakan dalam penelitian ini benar-benar dalam kondisi terbaik dari segi kemampuan fisik.

Tempat Penelitian

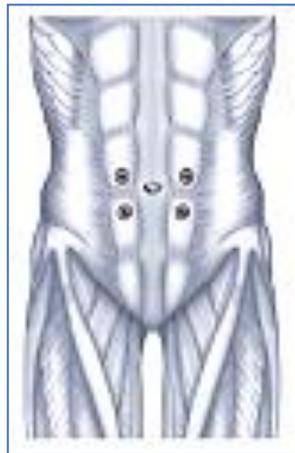
Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Olahraga (sport science) Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan Universitas Negeri Makassar, Jl. Wijaya Kusuma Raya, No. 14, Kota Makassar.

Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama 1 minggu yaitu dimulai pada tanggal 23 hingga 29 Mei 2023. Waktu penelitian dimulai pada pukul 14.00 WITA sampai selesai.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara merekam dan mendeteksi sinyal EMG yang dihasilkan oleh kontraksi otot rectus abdominis atlet dengan menggunakan alat Trigno™ Wireless EMG System. Penempatan elektroda pada otot rectus abdominis dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. Penempatan elektroda pada otot rectus abdominis. (Sumber: Eleanor Criswell, 2011: 374)

Semua data diperoleh secara langsung (data primer) dengan teknik pengukuran dilapangan dilaksanakan sebagai berikut:

1. Pertama, subjek mengisi lembar inform consent.
2. Kedua, melakukan pemasangan sensor EMG. Pemasangan sensor EMG ini dilakukan oleh seorang ahli Sport Science Laboratory, dimana elektroda atau sensor diletakkan tepat diatas permukaan otot yang mengalami kontraksi sesuai dengan gerakan yang dilakukan kemudian dimonitor. Adapun bagian komponen otot yang akan dianalisis menggunakan sinyal EMG dalam penelitian ini adalah otot Rectus Abdominis.
3. Ketiga, Setelah pemasangan elektroda pada otot Rectus Abdominis, subyek bersiap untuk melakukan pengukuran teknik gerakan Sit-Up.

4. Keempat, hasil pengukuran dicatat secara menyeluruh dalam formulir pemeriksaan, dan di simpan ke software Trigno™ Wireless EMG System kemudian diproses menjadi tampilan yang lebih mudah dipahami, dan diinterpretasikan.

Metode analisis data

Analisis data adalah proses penyederhanaan data kedalam bentuk yang lebih mudah diinterpretasikan. Pengolahan data dianalisis dengan menggunakan sistem analisis perangkat lunak yang telah tersedia sebagai bagian dari perangkat lunak (software) dari alat Trigno™ Wireless EMG System. Tampilan output kemudian diproses menjadi tampilan yang lebih mudah dipahami, dibaca, dan diinterpretasikan. Data berupa hasil output sinyal EMG dan nilai total power otot Rectus Abdominis atlet yang berkontraksi pada saat melakukan gerakan sit-up.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Secara ringkas hasil pengukuran sinyal EMG gerakan Sit-Up pada Tabel 4.1, RMS dan mean power sinyal EMG pada Tabel 4.2, dan grafik hasil sinyal EMG untuk setiap otot dapat dilihat pada Gambar grafik 4.1.

Tabel 1. Hasil pengukuran sinyal EMG gerakan sit-up

<i>No.</i>	<i>R Rectus Abdominis [mV]</i>	<i>L Rectus Abdominis [mV]</i>
1.	0.235996	0.1305867
2.	0.6549477	5.45124
3.	0.6883497	0.606775
4.	0.7301442	3.949157
5.	1.225299	1.414801
6.	1.186694	1.051743
7.	-0.0323949	-0.0146029

Keterangan:

mV: MikroVolt; RA : Rectus Abdominis;

R : Right (kanan); L : Left (kiri)

Hasil pengukuran sinyal EMG gerakan Sit-Up pada Tabel 4.6 sebagai berikut.

1. Right Rectus Abdominis menghasilkan nilai sinyal EMG terbesar 1.225299mV dan nilai terkecil -0.0323949mV.
2. Left semitendinosus menghasilkan nilai sinyal EMG nilai terbesar 1.414801mV dan terkecil -0.0146029mV.

Tabel 2. Nilai RMS dan mean power sinyal EMG gerakan sit-up

No.	Nilai	R SMTD [mV]	L SMTD [mV]
1.	RMS	40.5619	20.0405
2.	Mean Power	40.2522	18.2837

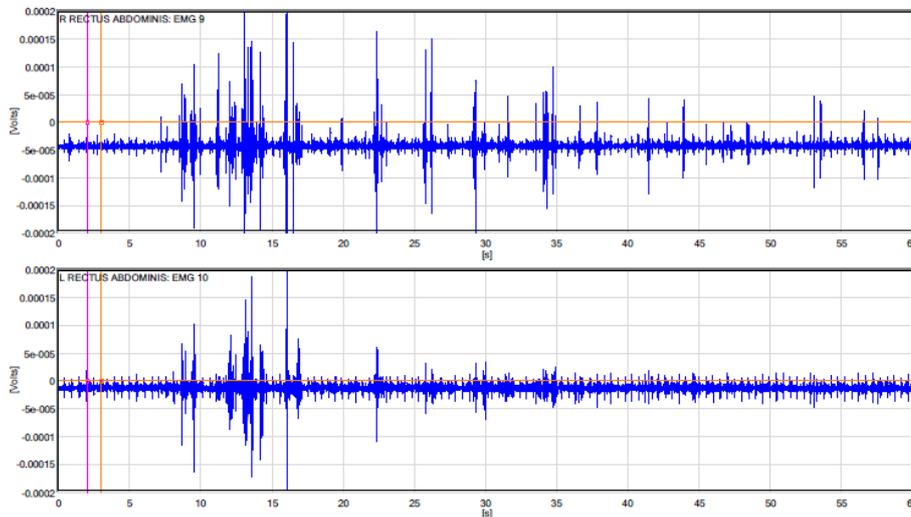
Keterangan:

mV: MikroVolt; RA : Rectus Abdominis;

Hasil perhitungan nilai RMS dan mean power sinyal EMG gerakan Sit-Up pada Tabel 4.7 sebagai berikut:

1. Right Rectus Abdominis menghasilkan nilai RMS 40.5619mV dan mean power 40.2522mV.
2. Left Rectus Abdominis menghasilkan nilai RMS 20.0405mV dan mean power 18.2837mV.

Berdasarkan Gambar 4.1 yang terdiri dari dua grafik hasil sinyal EMG yaitu grafik sinyal EMG right rectus abdominis pada bagian atas dan grafik sinyal EMG left rectus abdominis pada bagian bawah.



Gambar 3. Grafik hasil sinyal EMG otot semitendinosus

Pembahasan

Pengukuran sinyal EMG pada gerakan Sit-Up dalam penelitian ini dilakukan oleh seorang pemain professional sebagai subyek penelitian. Dari hasil pengukuran sinyal EMG gerakan Sit-Up, dimana terdiri dari 3 tahapan yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan gerakan, dan tahap gerak lanjutan. Pada tahap persiapan perolehan nilai

sinyal EMG cenderung masih rendah, ini disebabkan karena otot belum berkontraksi pada tahap ini, hal ini sesuai pendapat Kroemer (2010) yang menyatakan bahwa tingkat sinyal yang relatif rendah memiliki motor neuron kecil dan membutuhkan 80-10ms untuk memicuhkannya. Pada tahap pelaksanaan gerakan, perubahan bentuk sinyal EMG mulai mengalami peningkatan, sehingga pada tahap ini sinyal EMG langsung tinggi dan relatif mengalami peningkatan pada nilai tertentu, hal ini disebabkan oleh serabut otot tipe fast-twitch mulai berkontraksi, dan serabut tipe fast-twitch, disebut serabut high-threshold karena memiliki waktu kontraksi yang relatif singkat 40 ms, memiliki motor neuron besar dan kecepatan kontraksi cepat (para. 5).

Ahli kebugaran dari Inggris, Nicola Addison menyatakan bahwa sit-up memang berguna untuk melatih otot perut, dada, leher, bahu, punggung, dan pinggang bagian bawah. Namun, menurut Addison, latihan sit-up sebenarnya tidak terlalu efektif untuk menghilangkan lemak, apalagi mengempeskan perut buncit. Merriam Webster Sit up adalah latihan pengkondisian yang dilakukan dari posisi telentang dengan mengangkat tubuh ke posisi duduk dan kembali ke posisi semula tanpa menggunakan lengan atau mengangkat kaki.

Adapun otot yang dicapai pada latihan sit up ini antara lain, m. upper rectus abdominis, m. lower rectus abdominis, m. external oblique, m. iliopsoas, dan m. rectus femoris (Kim & Lee, 2016). Jadi, dengan adanya latihan sit up dapat meningkatkan kekuatan otot. Kekuatan otot merupakan salah satu komponen dari agility yang dapat ditingkatkan dengan sit up (Learman et al., 2015).

Dengan melihat gambar grafik dan tabel nilai total power dari kelima komponen otot yang diukur pada gerakan Sit-Up, hasil perhitungan sinyal EMG tertinggi kedua terjadi pada otot semitendinosus yaitu pada bagian left semitendinosus sebesar 0,62087 mV, sedangkan right semitendinosus sebesar 0,23951 mV. Semitendinosus adalah otot hamstring terdiri dari empat otot di belakang paha, yaitu: semitendinosus, semimembranosus, biceps femoris long head, dan biceps femoris short head. Keempat otot ini mengaktifkan sendi lutut, terutama untuk gerakan menekuk lutut ("Dunia Lari," n.d.). Pada gerakan Sit-Up peran semitendinosus berfungsi ketika seluruh tubuh terangkat yang kemudian ditopang oleh kaki tumpuh yaitu pada left semitendinosus, sedangkan pada right semitendinosus berfungsi sebagai pendukung dari biceps femoris long head, biceps femoris short head sebagai kaki sepak, sehingga peran left dan right semitendinosus pada gerakan Sit-Up sangat penting meskipun menghasilkan nilai sinyal EMG paling kecil diantara otot lain.

Sebagai kesimpulan hasil penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan pada penggunaan komponen otot pada gerakan Sit-Up yang mengakibatkan hasil sinyal EMG mengalami perbedaan satu sama lain dan sinyal EMG otot terbesar dalam pelaksanaan gerakan Sit-Up terjadi pada otot komponen otot semitendinosus pada bagian right semitendinosus. Dengan demikian setelah mengetahui sinyal EMG pada setiap komponen otot yang diukur dalam gerakan Sit-Up, maka akan memberikan

informasi kepada pelatih mengenai keadaan otot yang berkontraksi saat melakukan gerakan Sit-Up, sehingga mempermudah pelatih dalam menyusun dan mengembangkan program latihan yang tepat bagi atlet.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut: Hasil pengukuran sinyal elektromiogram otot yang menghasilkan sinyal EMG otot tertinggi dari gerakan sit-up terdapat pada otot right rectus abdominis dan otot left rectus abdominis.

Dari hasil kesimpulan penelitian yang telah dilakukan, peneliti memberikan saran sebagai berikut.

1. Perlu dipertimbangkan untuk mengukur lebih banyak otot dalam gerakan Sit-Up agar dapat mengetahui sinyal EMG setiap gerakan yang dilakukan.
2. Perlu melibatkan jumlah otot yang diukur agar dapat mengetahui secara detail otot-otot yang berpengaruh pada saat melakukan gerakan Sit-Up.
3. Perlu melakukan penelitian serupa untuk gerakan dan cabang olahraga yang lain.

Dalam penelitian ini tidak terlepas dari keterbatasan penelitian yaitu sebagai berikut.

1. Kurangnya sumber daya manusia yang mengetahui secara teknis tentang aplikasi penerapan IPTEK olahraga khususnya pada alat untuk mengukur sinyal EMG otot yaitu Trigno™ Wireless EMG System.
2. Penelitian ini hanya memfokuskan pada satu otot dengan tidak melibatkan seluruh komponen otot yang ada dalam gerakan Sit-Up.
3. Penelitian ini hanya melibatkan tiga subjek penelitian dengan tidak melibatkan lebih banyak subjek yang diukur sinyal EMG.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat melalui DIPA Universitas Negeri Makassar Nomor: SP DIPA-023.17:2.677523/2023, Tanggal 15 Februari 2023. Sesuai Surat Keputusan Rektor Universitas Negeri Makassar Nomor: 296/UN36/HK/2023, Tanggal 15 Maret 2023 yang telah memberikan dana penelitian. Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Negeri Makassar dan Dekan Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan Universitas Negeri Makassar yang telah memberikan ijin penelitian. Peneliti mengucapkan terima kasih kepada pengurus, pelatih dan atlet cabang olahraga Sepaktakraw Provinsi Sulawesi Selatan yang telah membantu pelaksanaan penelitian.

REFERENSI

David, C. P., & Barbara, E. S. (2013). *Electromyography neuromuscular disorders. Clinical electrophysiologic correlations*. Toronto: Elsevier Incorporated.



- Delsys. (2013). Trigno™ Wireless EMG System User's Guide. Boston: Delsys Incorporated.
- Donald, C. R. (2016). *Fundamental of anatomy and physiology*, 4th edition. New York: Cengage Learning.
- Hamid, N. A., Babjan, A. M., Abdullah, N. M., Ismail, S., & Bakar, A. N. (2014). Anthropometric and physiological profiles of varsity sepak takraw players. *International Conference on Innovative Trends in Multidisciplinary Academic Research*, 176-181.
- Iyakrus. (2011). Sistem energi dan serabut otot dominan pada permainan sepak takraw. *Altius, Jurnal Ilmu Olahraga dan Kesehatan*, 1(2), 42-47.
- Iskandar, H., Zahari, T., Nukman, Y., Norhafizan, A., Ariffin, R., Ghazilla, H., & Yusoff, S. M. T. (2014). Estimation of head impact power on sepak takraw players using finite element method. *Movement, Health and Exercise Conference*, 41.
- Jinho, B., Wonil, S., Jusung, L., Senghak, J., Jonggu, Y., & Siddhartha, B. P. (2013). EMG analysis of muscle activity in lower limbs of snowboarders. *International Journal of Bio-science and Bio-technology*, 5(6), 21-32. doi:10.14257/ijbsbt.2013.5.6.03.
- Karar, B., & Treasurer. (2013). A comparative study of explosive power and agility among sepak takraw and foot ball players of hyderabad district in India. *Asian Journal Physical Education and Computer Science in Sports*, 9(1), 117-120.
- Lara, A. G., Jessica, M., & David, A. G. (2015). Flexor carpi radialis surface electromyography electrode placement for evoked and voluntary measures. *Muscle Nerve*, 52, 818-825. doi:10.1002/mus.24631.
- Maselena, A., & Hasan, M. M. (2012). Move prediction in start kicking of sepak takraw game using Dempster-Shafer theory. *International Conference on Advanced Computer Science Applications and Technologies*, 376-381.
- Patrick, K., Samuel, R., Johannes, S., & Bjoern, M. E. (2013). Mobile emg analysis with applications in sport and medicine. *Proceedings of the 1st Biomedical Signal Analysis*, 1-4.
- Pichitpol, K., Weerawat, L., & Rungchai, C. (2015). Ground reaction force and loading rate during sepak takraw spike landings. *Journal of Sports Science and Technology*, 15(1), 1-7.
- Prabhakar, J. R., Laxmikanth, R. L. B., Deepla, K., Sunil, K. B., & Ravinder, S. (2015). Comparison of explosive strength among sepak takraw players and foot ball players of hyderabad district in telangana. *International Journal of Health, Physical Education and Computer Science in Sports*, 18(1), 100-102.
- Pratiwi, I., Purnomo., Rini, D., & Lientje, S. (2014). Letak elektroda elektromiografi pada upper extremity muscle. *Seminar Nasional TEKNOIN*, 118-123.



- Rezaei, M., Mimar, R., & Azad, A. (2013). Comparison of static and dynamic balance in sepak takraw male elite players. *International Journal of Basic Sciences and Applied Research*, 2(3), 359-362.
- Roberto, M., & Dario, F. (2016). *Surface electromyography, physiology, engineering, and applications*. Canada: Published by John Wiley and Sons, Inc.
- Rubana, H. C., Mamun, B. I. R., M. Alauddin, B., M, Ali., Ashrif, A. A. B., K. Chellappan., & T. G, Chang. (2013). Surface electromyography signal processing and classification techniques. *Sensors*, 13, 12431-12466. doi:10.3390/s130912431.
- Sofyan, H. A., & Syam, A. (2015). The effect of training methods and trunk flexibilities toward smash of skillin sepak takraw game. *Scottish Journal of Arts, Social Sciences and Scientific Studies*, 25(1), 70-78.
- Sulaiman, N., Adnan, R., & Ismail, I. S. (2014). Differences in game statistics between winning and losing teams in inter university elite male sepak takraw tournament: a pilot study. *Proceedings of the International Colloquium on Sports Science, Exercise, Engineering and Technology*, 143-148.
- Susetyo, P., Wardana., & Achmad, A. (2012). Instrumentasi dan pendeteksian sinyal emg dinamik selama elbow joint bergerak. *The 6th-Electrical Power, Electronics, Communications, Controls, and Informatics Seminar*, B91-B95.
- Trigno Wireless System User's Guide 2013 Edition PM-W01. (2013). Boston: Delsys Incorporated.