



## PENGEMBANGAN PENGUKURAN KEKUATAN PUKULAN TANGAN MENGUNAKAN PRINSIP TEKANAN PISTON DAN SILINDER

Deni Kurniawan Efendi<sup>1</sup>  
Gatut Rubiono<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dosen Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi, Universitas PGRI Banyuwangi

<sup>2</sup>Dosen Teknik Mesin, Universitas PGRI Banyuwangi

[denikurniawanefendi@gmail.com](mailto:denikurniawanefendi@gmail.com)

URL : <https://doi.org/10.32682/bravos.v7i3.1326>

DOI : 10.32682/bravos.v7i3.1326

### Article History:

Submitted:

dd-mm-20xx

Accepted:

dd-mm-20xx

Published:

dd-mm20xx

### Abstrak

Penelitian pengukuran kekuatan pukulan di Indonesia masih menggunakan metode pengukuran tidak langsung. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil pengembangan pengukuran kekuatan pukulan tangan menggunakan prinsip tekanan piston dan silinder dari peredam kejut (shock breaker). Penelitian dilakukan dengan merancang dan membuat peralatan pengukuran kekuatan pukulan menggunakan prinsip gerakan piston dan silinder. Uji coba alat ukur dilakukan dengan 5 orang atlet dengan jarak pukulan 25, 30, 35 dan 40 cm. Variabel yang diamati meliputi kekuatan pukulan dan kecepatan pukulan. Pengambilan data kekuatan pukulan dilakukan dengan pengukuran tekanan di dalam tabung silinder menggunakan manometer tipe Bourdon. Kecepatan pukulan didapatkan dari hasil bagi jarak pukulan dengan waktu yang didapat dari hasil rekaman pengambilan data. Hasil pengukuran digunakan untuk menghitung kekuatan pukulan. Gerak pukulan direkam menggunakan kamera. Hasil-hasil pengukuran juga telah menunjukkan kesesuaian dengan teori-teori pendukung. Hal ini menunjukkan bahwa alat ukur yang dikembangkan dapat diaplikasikan untuk pengukuran kekuatan pukulan.

**Kata Kunci:** pukulan, kekuatan, pengukuran, piston dan silinder

### Abstract

Research on measuring the strength of blows in Indonesia still uses indirect measurement methods. This study aims to get the results of the development of the measurement of the strength of the hand blow using the principle of piston and cylinder pressure from the shock absorber (shock breaker). The research was carried out by designing and making punch strength measurement equipment using the principle of piston and cylinder movements. Testing of measuring instruments was carried out with 5 athletes with a range of 25, 30, 35 and 40 cm. Variables observed include punch strength and punch speed. The blow strength data collection is done by measuring the pressure inside the cylinder tube using a Bourdon type manometer. The speed of the punch is obtained from the result of the distance of the punch with the time obtained from the recording data retrieval. The measurement results are used to calculate the strength of the blow. The stroke is recorded using the camera. Measurement results have also shown conformity with supporting theories. This shows that the measuring instrument developed can be applied to measure the strength of the blow.



**Keywords:** punch, strength, measurement, piston and cylinder.

## PENDAHULUAN

Pukulan memiliki peran yang sangat penting dalam olahraga beladiri, misalkan dalam olahraga tinju. Olahraga tinju hanya mengandalkan pukulan untuk mengalahkan lawan. Untuk menghasilkan pukulan yang kuat, atlet harus melatih kekuatan tangannya (Abdurrojak H, Imanudin I, 2016). Dalam olah raga tinju, khususnya tingkat amatir, sangat diperlukan unsur fisik yaitu kekuatan otot lengan, koordinasi gerakan, daya tahan memukul dan kecepatan reaksi (Muis J, 2016).

Pukulan merupakan salah satu teknik yang dominan dalam olahraga beladiri karate (Manullang JG, et al, 2014). Komponen reaksi tangan dan power lengan adalah komponen yang sangat membantu pemain dalam pertandingan karate-do (Monalisa, 2014). Seorang karateka harus mampu melakukan pukulan dengan cepat dan kuat ke arah sasaran. Oleh sebab itu, kondisi fisik yang mendukung diantaranya adalah power otot lengan dan juga kecepatan (Purba PH, 2014).

Dalam beladiri karate dikembangkan teknik keterampilan pukulan dan tendangan hingga mencapai tingkat mahir yaitu tingkatan dimana seseorang dapat melakukan suatu gerak pukulan dan tendangan dengan cepat dan tepat. Untuk memiliki gerakan pukulan dan tendangan yang cepat dan tepat diperlukan latihan yang relatif lama. Dengan demikian pukulan merupakan salah satu teknik yang dominan dalam karate, karena dalam teknik gerakan beladiri karate secara khusus ditentukan oleh gerakan tendangan dan pukulan (Manullang JG, 2015).

Teknik memukul dan pengukuran kekuatan pukulan merupakan bagian penting untuk mendesain program latihan bagi atlet. Prestasi yang diraih seorang atlet merupakan puncak dari latihan yang maksimal dan kondisi fisik yang mendukung. Kondisi fisik yang baik sangat menentukan tinggi rendahnya prestasi seseorang (Purba PH, 2014). Identifikasi kualitas kekuatan-tenaga (strength-power) lebih dihubungkan dengan akibat pukulan pada banyak gerakan pukulan yang dilakukan. Hal ini penting untuk mengembangkan metode pelatihan neuromuskular dan sebagai konsekuensinya untuk meningkatkan persaingan dalam pertandingan (Loturco I, et al, 2016).

Penelitian kekuatan-tenaga pukulan (power-strength) telah banyak dilakukan untuk pukulan dalam tinju dan karate. Penelitian dilakukan untuk metode latihan (Danar MS, 2013; Iskandarsyah, 2014; Manullang JG, et al, 2014; Purba PH, 2014; Latuheru, 2015; Manullang JG, 2015; Muis J, 2016), hubungan pukulan dengan kekuatan otot lengan (Prasetyo A, 2015) kecepatan reaksi dan kekuatan lengan (Monalisa, 2014; Abdurrojak H, Imanudin I, 2016), dan power lengan (Manullang JG, et al, 2014).

Penelitian pengukuran kekuatan pukulan di Indonesia masih menggunakan metode pengukuran tidak langsung. Atlet memukul selama waktu tertentu (dalam detik) dan dihitung banyaknya pukulan (Danar MS, 2013; Prasetyo A, 2015 dan Abdurrojak H, Imanudin I, 2016). Metode pengukuran dengan medicine-ball wall throw dilakukan dengan mengukur jarak lempatan terjauh (Manullang JG, et al, 2014). Metode-metode ini merupakan indikasi seberapa besar kekuatan pukulan tetapi tidak menunjukkan besar kekuatan yang sesungguhnya.

Penelitian untuk pengukuran kekuatan pukulan di luar negeri dilakukan untuk mendapatkan besar kekuatan pukulan yang sebenarnya. Hal ini dilakukan dengan menggunakan prinsip tumbukan bola (Neto OP, et al, 2007), menggunakan sasaran yang dilengkapi pelat pengukur gaya (Pichelmeyer J, Lattery M, 2009), pengukuran gaya pukulan (force of punches) dengan sasaran yang dilengkapi sensor gaya (Busko K, et al, 2016), dan dengan model kepala dengan prinsip pegas di leher (Walilko TJ, et al, 2017).

Prinsip tekanan pada piston dan silinder dapat digunakan untuk mengukur kekuatan pukulan. Gaya pukulan akan menggerakkan piston dalam tabung. Gerak piston akan merubah besar tekanan fluida yang didesak oleh gerakan tersebut. Dengan menggunakan prinsip gaya per satuan luas maka besar gaya pukulan dapat ditentukan secara matematis. Untuk itu diperlukan pengembangan pengukuran kekuatan pukulan tangan menggunakan prinsip tekanan piston dan silinder. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil pengembangan pengukuran kekuatan pukulan tangan menggunakan prinsip tekanan piston dan silinder.

## Metode

Pengukuran kekuatan pukulan menggunakan prinsip kerja piston dan silinder seperti yang terdapat di peredam kejut (shock breaker). Jenis pukulan yang diukur adalah pukulan lurus tanpa gerak awalan dimana kepalan tangan langsung bergerak maju untuk memukul. Gaya pukulan sebesar  $F$  mengenai bidang sasaran yang diposisikan di ujung lengan silinder. Gaya ini akan menggerakkan lengan, sekaligus menggerakkan piston dalam silinder. Gerak silinder akan menekan fluida kerja dalam ruang silinder sehingga tekanan fluida akan bertambah. Tekanan ini bekerja pada bidang dengan luas penampang lingkaran piston dengan diameter  $D$  ( $2 \times$  jari-jari,  $r$ ). Tekanan ini diukur dengan manometer. Selanjutnya kekuatan pukulan dapat dihitung menggunakan rumus tekanan:

$$P = \frac{F}{A}$$

Sehingga:

$$F = P \cdot A$$

Gerak bidang sasaran direkam dengan kamera. Waktu yang tertera di hasil rekaman dapat diperoleh dari selisih bidang sasaran posisi awal sampai posisi akhir gerak. Dengan nilai jarak ( $s$ ) dan waktu ( $t$ ) akan didapat besar kecepatan pukulan dengan persamaan gerak:

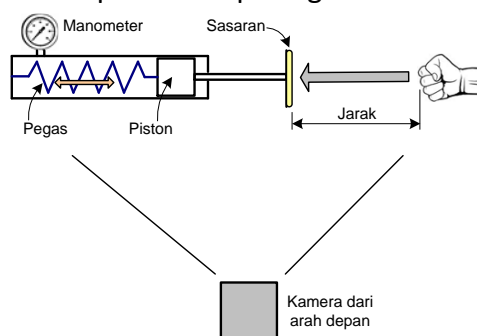
$$V = \frac{s}{t}$$

Jenis pukulan yang diukur adalah pukulan lurus tanpa awalan dengan variabel bebas meliputi 5 orang atlet dan jarak pukulan 25, 30, 35 dan 40 cm. Variabel terikat yaitu kekuatan pukulan dan kecepatan pukulan. Masing-masing subyek uji melakukan 3 kali pukulan dan dihitung nilai rata-ratanya. Data fisik subyek uji dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Data subyek uji

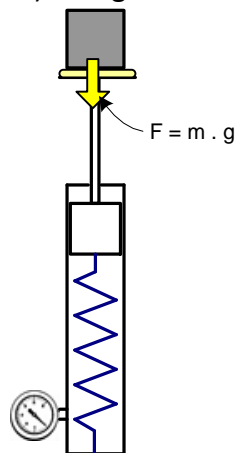
Subyek uji	Tinggi (cm)	Berat (kg)
1	185	85
2	168	80
3	168	60
4	170	58
5	172	61
Rata-rata	172,60	68,80

Skema peralatan penelitian dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Skema penelitian

Kalibrasi alat ukur dilakukan dengan memberikan beban terhadap alat sesuai referensi Efendi dan Rubiono (2018) sebagai berikut:



Gambar 2. Skema kalibrasi instrumen (Efendi dan Rubiono 2018)

## Hasil



(a) Pengukuran jarak awalan



Pukulan ke sasaran

Gambar 3. Foto pengambilan data

Kalibrasi alat ukur dilakukan dengan memberikan beban berupa paving blok dengan berat rata-rata 2,8 kg atau 2.2064 pound. Ukuran paving p x l x t sebesar 21 cm x 10 cm x 6 cm. Luas alas yang memberikan gaya tekan pada alat ukur adalah bagian 21 cm x 10 cm sehingga luasnya adalah 210 cm<sup>2</sup> atau 32,55 inchi<sup>2</sup>. Dilakukan pembebanan dengan 1, 2, 3, 4 dan 5 buah paving blok. Tekanan dirumuskan sebagai:

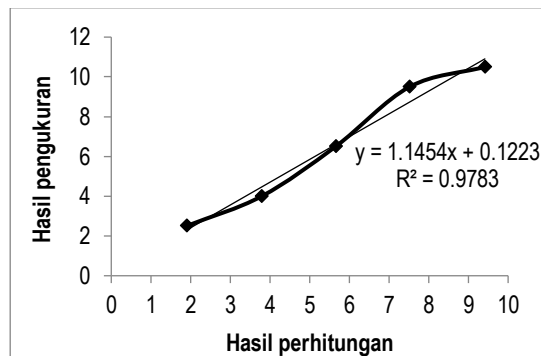
$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A}$$

Hasil perhitungan dan pengukuran pembebanan dengan paving blok ditampilkan dalam tabel 1 berikut ini:

Tabel 2. Kalibrasi alat ukur

Jumlah Paving blok	Berat (kg)	Berat (pound)	Tekanan Hitung (psi)	Tekanan Ukur (psi)
1	2,8	6,17	1,90	2,50
2	5,6	12,35	3,79	4,00
3	8,35	18,41	5,66	6,50
4	11,1	24,47	7,52	9,50
5	13,9	30,64	9,41	10,50

Data di tabel 2 digrafikkan dan ditarik garis pendekatan atau regresi untuk mendapatkan persamaan pendekatan kalibrasi. Hasil pengukuran tekanan pada pengambilan data selanjutnya dimasukkan dalam persamaan regresi untuk mendapatkan nilai pengukuran yang relatif mendekati nilai pengukuran sebenarnya. Grafik kalibrasi dapat dilihat pada gambar 4 berikut ini:



Gambar 4. Grafik kalibrasi alat ukur

Grafik pada gambar 4 menunjukkan bahwa garis regresi yang didapat adalah regresi linier dengan nilai  $R^2$  sebesar 0.9783. Hal ini berarti bahwa data kalibrasi memiliki tingkat kehandalan sebesar 97.83% atau tingkat kesalahan hanya sebesar 2.17%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tingkat kesalahan pengukurannya relatif kecil.

Selanjutnya data hasil penelitian yang telah dihitung nilai rata-ratanya dapat dilihat pada tabel 3 dan 4 berikut ini.

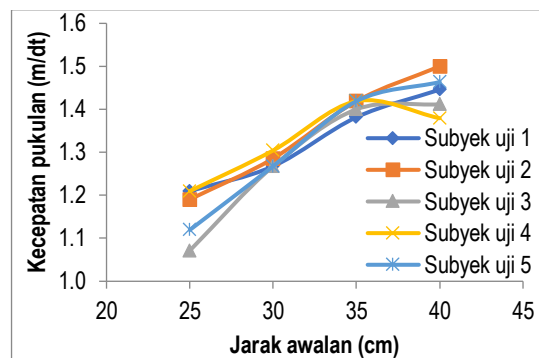
Tabel 3. Data rata-rata kecepatan pukulan (dalam satuan m/dt)

Subyek uji	Jarak awalan (cm)			
	25	30	35	40
1	1,21	1,27	1,38	1,45
2	1,19	1,29	1,42	1,50
3	1,07	1,27	1,40	1,41
4	1,21	1,30	1,42	1,38
5	1,12	1,27	1,42	1,46

Tabel 4. Data kekuatan pukulan rata-rata (dalam satuan psi)

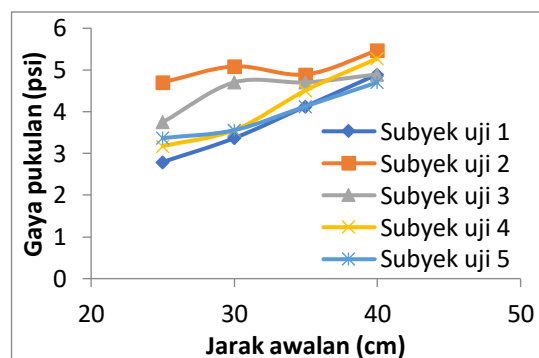
Subyek uji	Jarak awalan (cm)			
	25	30	35	40
1	2,79	3,37	4,13	4,89
2	4,70	5,09	4,89	5,47
3	3,75	4,70	4,70	4,89
4	3,18	3,56	4,51	5,28
5	3,37	3,56	4,13	4,70

Data pada tabel 3 dan 4 ditampilkan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 5. Grafik kecepatan pukulan rata-rata

Grafik pada gambar 5 menunjukkan bahwa kecepatan pukulan terbesar didapatkan pada subyek uji 2 dengan jarak awalan 40 cm yaitu sebesar 1,5 m/dt. Kecepatan pukulan terkecil didapatkan pada subyek uji 3 dengan jarak awalan 25 cm yaitu sebesar 1,07 m/dt. Grafik pada gambar 5 juga menunjukkan bahwa semakin besar jarak awalan maka kecepatan pukulan juga cenderung semakin besar. Kecepatan dirumuskan sebagai jarak dibagi waktu tempuh sehingga kecepatan berbanding lurus dengan jarak. Jarak yang semakin besar akan menyebabkan kecepatannya juga semakin besar. Perubahan jarak juga menyebabkan perubahan waktu tempuh, dimana jarak yang semakin besar maka waktunya juga semakin besar. Tetapi perubahan ini relatif kecil sehingga nilai kecepatannya juga cenderung semakin besar pula.



Gambar 6 Grafik kekuatan pukulan rata-rata

Grafik pada gambar 6 menunjukkan bahwa gaya pukulan terbesar didapatkan pada subyek uji 2 dengan jarak awalan 40 cm yaitu sebesar 5.47 psi. Gaya pukulan terkecil didapatkan pada subyek uji 1 dengan jarak awalan 25 cm yaitu sebesar 2,79 psi. Grafik pada gambar 6 juga menunjukkan bahwa semakin besar jarak awalan maka gaya pukulan cenderung semakin besar pula. Hal ini disebabkan karena jarak awalan yang semakin besar maka gaya dalam bentuk momen yang dihasilkan juga cenderung semakin besar. Gaya momen yang terjadi pada suatu gerak sangat tergantung pada jarak atau perpindahannya sehingga jarak yang semakin besar akan menyebabkan momen yang dihasilkan juga semakin besar pula.

Kecepatan yang semakin besar juga berpengaruh terhadap besarnya energi kinetik yang dihasilkan. Energi kinetik yang dihasilkan dari gerak suatu benda merupakan hasil kali setengah dari massa benda dan kuadrat kecepatannya. Kecepatan yang semakin besar akan menyebabkan energi kinetik yang dihasilkan dari nilai kuadrat kecepatan akan semakin besar pula. Energi yang semakin besar inilah yang menghasilkan gaya pukulan yang terukur.

Pukulan tangan terhadap bidang sasaran merupakan fenomena tumbukan antara dua benda. Dari aspek tumbukan maka terdapat impuls yang bekerja sebagai akibat perubahan momentum benda yang bergerak. Impuls dan momentum adalah salah satu bentuk representasi energi kinetik. Impuls merupakan turunan dari momentum, sedangkan momentum adalah hasil kali massa benda dengan kecepatannya. Semakin besar kecepatan gerak suatu benda maka momentumnya juga akan semakin besar.

Grafik pada gambar 5 menunjukkan perubahan kecepatan yang cenderung semakin besar. Hal ini berhubungan dengan besarnya gaya pukulan di grafik pada gambar 6. Hal ini terjadi karena perubahan momentum yang menjadi lebih besar karena semakin besarnya kecepatan pukulan, dimana massa benda (dalam hal ini tangan subyek uji) tidak berubah atau konstan. Perubahan momentum gerak pukulan tangan ini menyebabkan perubahan energi gerak yang semakin besar sehingga gaya pukulan juga semakin besar.

Analisis-analisis di atas menunjukkan bahwa hasil-hasil pengukuran yang dilakukan dengan alat ukur berbasis peredam kejut (*shock breaker*) telah memenuhi teori-teori terkait. Hasil pengukuran menunjukkan kesesuaian dengan teori gerak atau perpindahan, teori energi kinetik maupun teori impuls dan momentum. Secara umum, alat ukur yang dikembangkan ini dapat diaplikasikan untuk pengukuran kekuatan pukulan.

## SIMPULAN

Pengembangan alat ukur kekuatan pukulan dilakukan dengan membuat alat ukur berbasis peredam kejut (*shock breaker*). Hasil-hasil pengukuran telah dilakukan kalibrasi. Hasil-hasil pengukuran juga telah menunjukkan kesesuaian dengan teori-teori pendukung, terutama teori tentang gerak dan energi serta fenomena tumbukan. Hal ini menunjukkan bahwa alat ukur yang dikembangkan dapat diaplikasikan untuk pengukuran kekuatan pukulan.

Pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan misalnya merubah metode pengukuran manual menjadi pengukuran digital berbasis komputer. Perangkat ukur dapat menggunakan perangkat sensor-sensor seperti sensor tekanan, sensor beban (*load cell*), dan jenis-jenis sensor yang lain. Penerapan teknologi informasi dapat dilakukan untuk mendapatkan rekaman data yang lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

Abdurrojak H, Imanudin I, 2016, Hubungan Antara Reaction Time dan Kekuatan Maksimal Otot Lengan dengan Kecepatan Pukulan pada Cabang Olahraga Tinju, Jurnal Terapan Ilmu Keolahragaan 01(02): 53-58



- Daniar MS, 2013, Perbedaan Pengaruh Latihan Chest Press in Split Stance dan Rowing in Split Stance Terhadap Peningkatan Kecepatan pukulan Gyaku-Zuki Mahasiswa Pembinaan Prestasi Karate JPOK FKIP UNS Tahun 2013, Abstrak Skripsi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- Efendi DK, Rubiono G, 2018, Analisis Instrumen Pengukuran Kekuatan Pukulan Berbasis Peredam Kejut (Shock Breaker), Prosiding Seminar Nasional “Optimalisasi Pengajaran PJOK Dalam Upaya Penyiapan SDM Berkarakter”, Prodi Pendidikan Jasmani, Kesehatan dan Rekreasi, Fakultas Olahraga dan Kesehatan, Universitas PGRI Banyuwangi
- Iskandarsyah, 2014, Penatalaksanaan Latihan Dosis Submaksimal Otot Triceps Brachii Terhadap Kekuatan Pukulan Oi Zuki Atlet Karate, Karya Tulis Ilmiah, Pendidikan Diploma III Fisioterapi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah, Surakarta
- Latuheru ME, 2015, Perbandingan Latihan Push Up dan Beban Dumbell Terhadap Kecepatan Pukulan Straight pada Atlet Tinju Amatir Sasana Lipang Bajeng Kabupaten Takalar Provinsi Sulawesi Selatan, Skripsi, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Makassar
- Loturco I, Nakamura FY, Artioli GG, Kobal R, Kitamura K, Cal Abad CC, Cruz IF, Romano F, Pereira LA, Franchini E, 2016, Strength and Power Qualities are Highly Associated with Punching Impact in Elite Amateur Boxers, *Journal of Strength and Conditioning Research* 30(1): 109–116
- Manullang JG, 2015, Pengaruh Metode Latihan Terhadap Peningkatan Kecepatan dan Hasil Pukulan Gyaku Tsuki Chudan pada Atlet Karateka Putera Sabuk Biru Dojo Wadokai Unimed, Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Olahraga (Semnaspor) 2015 Universitas Bina Darma, 19 Desember 2015: 93-96
- Manullang JG, Soegiyanto, Sulaiman, 2014, Pengaruh Metode Latihan dan Power Lengan Terhadap Kecepatan Pukulan Gyaku Tsuki Chudan pada Cabang Olahraga Karate Dojo Khusus Unimed, *Journal Of Physical Education And Sports* 3(2): 103-109
- Monalisa, 2014, Hubungan Reaksi Tangan dan Power Lengan Dengan Kemampuan Pukulan Gyakusuki Cabang Olahraga Karate, *Jurnal Skripsi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung, Bandar Lampung*
- Muis J, 2016, Interaksi Metode Latihan dan Kecepatan Reaksi Terhadap Kemampuan Pukulan Atlet Tinju Kategori Youth, *Jurnal Publikasi Pendidikan* VI(1): 77-82
- Neto OP, Magini M, Saba MMF, 2007, The Role of Effective Mass and Hand Speed in the Performance of Kung Fu Athletes Compared With Nonpractitioners, *Journal of Applied Biomechanics* 2007( 23):139-148
- Pichelmeyer J, Lattery M, 2009, Measurement and Comparison of Motion-Dependent Force Outputs in Boxing, *Oshkosh Scholar Submission – Volume IV – Fall 2009, University of Wisconsin Oshkosh*
- Prasetyo A, 2015, Hubungan Antara Kekuatan Otot Lengan dan Kekuatan Otot Punggung dengan Hasil Pukulan Chudan pada Siswa Exstra Karate SMP Negeri 1 Prambon Tahun Ajaran 2015, Skripsi, Program Studi Pendidikan Jasmani

Kesehatan dan Rekreasi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Nusantara PGRI, Kediri

Purba PH, 2014, Perbedaan Pengaruh Latihan Decline Push-Up dengan Latihan Stall Bars Hops Terhadap Power Otot Lengan dan Kecepatan Pukulan Gyaku Tsuki Chudan pada Atlet Putra Karateka Wadokai Dojo Unimed Tahun 2013, Jurnal Ilmu Keolahragaan 13 (1): 23-33