

KORELASI ANTARA JARAK DAN WAKTU TERHADAP KECEPATAN *BACKHAND SHORT SERVE* ATLET BULUTANGKIS

Mirza Arif Ma'dum¹, Fajar Awang Irawan²

^{1,2}Jurusan Ilmu Keolahragaan, Fakultas Ilmu Keolahragaan
Universitas Negeri Semarang - Indonesia

e-mail: mirzaarif@students.unnes.ac.id¹, fajarawang@mail.unnes.ac.id²

Abstrak

Bulutangkis merupakan salah satu jenis olahraga yang menggunakan koordinasi gerakan tubuh secara kompleks mulai dari bagian tubuh atas (ekstremitas atas) hingga bawah (ekstremitas bawah) khususnya bagian lengan dan kaki, Salah satu teknik dasar dan wajib dikuasai oleh pemain bulutangkis baik yang pemula maupun profesional adalah serve atau *service*. Dalam gerakan ini pemain harus memiliki gerakan lengan, power, kontrol dan akurasi yang baik, agar dapat menghasilkan pukulan yang efektif. Hasil observasi peneliti menyebutkan bahwa sekitar 66,6% atau 6 dari total 9 sampel dari penelitian ini belum mampu melakukan servis *backhand* dengan baik atau masuk dalam kategori "Kurang". Metode yang digunakan adalah kuantitatif dengan pendekatan analisis deskriptif, dalam proses analisis peneliti menggunakan *software* Kinovea seri 0.8.15 dan *software* IBM SPSS Statistics seri 20 untuk menganalisis uji normalitas dan uji korelasi antar variabel. Hasil penelitian terkait analisis gerak *backhand short serve* menyebutkan bahwasanya variabel kecepatan dan jarak serve memiliki korelasi yang Kuat dengan nilai signifikansi/ Sig. (2-tailed) sebesar 0,043. Sedangkan untuk variabel kecepatan dengan waktu memiliki korelasi yang Sangat Kuat dengan nilai signifikansi/ Sig. (2-tailed) sebesar 0,007.

Kata kunci: analisis gerak, kecepatan serve, bulutangkis

Abstract

Badminton is a type of sport that uses complex coordination of body movements from the upper body (upper extremities) to the lower (lower extremities), especially the arms and legs. One of the basic techniques and must be mastered by badminton players both beginners and professionals serve or service. In this movement, the player must have good arm movement, power, control, and accuracy, in order to produce an effective shot. The results of the researcher's observations stated that about 66.6% or 6 of the total 9 samples from this study had not been able to serve backhand well or were in the "Less" category. The method used is quantitative with a descriptive analysis approach, in the analysis process, the researcher uses the Kinovea 0.8.15 software series and the IBM SPSS Statistics series 20 software to analyze the normality test and the correlation test between variables. The results of the research related to the analysis of the short serve backhand motion stated that the speed and distance variables served had a strong correlation with the significance value / Sig. (2-tailed) of 0.043. Meanwhile, the speed variable with time has a very strong correlation with the significance value / Sig. (2-tailed) of 0.007.

Keywords: motion analysis, serve speed, badminton

PENDAHULUAN

Bulutangkis merupakan salah satu jenis olahraga yang menggunakan koordinasi gerakan tubuh secara kompleks mulai dari bagian tubuh atas (ekstremitas atas) hingga bawah (ekstremitas bawah) khususnya bagian lengan dan kaki, serta memiliki teknik pukulan yang beragam dengan tingkat kesulitannya masing-masing. Teknik dalam bermain bulutangkis merupakan kemampuan yang harus dimiliki oleh semua atlet pada pertandingan serta pelatih yang dituntut untuk bisa memenuhi kebutuhan atletnya agar

dapat mencapai prestasi yang tinggi dalam cabang olahraga tersebut (Umam, 2017). Beberapa teknik tersebut adalah *service*, *smash*, *lob*, *forehand*, *backhand*, *drive*, *dropshot* dan beberapa teknik kombinasi lainnya seperti *service backhand*, *backhand smash* dan sebagainya. Menurut (Ahmed et al., 2011) berpendapat bahwa kemampuan untuk berimprovisasi atau merespon dengan cepat dan efektif terhadap lingkungan yang terus berubah adalah faktor utama untuk mendapatkan performa terbaik dalam mencapai suatu kesuksesan. Bahkan dalam suatu penelitiannya Brahm, (2010) menambahkan bahwasanya bulutangkis adalah salah satu permainan tercepat di dunia

Salah satu teknik dasar dan wajib dikuasai oleh pemain bulutangkis baik yang pemula maupun profesional adalah *serve*, servis atau *service*. Servis merupakan teknik pukulan paling mendasar dalam bulutangkis yang sekaligus berfungsi sebagai tanda bahwa sebuah *match* atau pertandingan dimulai. Secara umum jenis pukulan servis dibagi menjadi 2 yaitu *forehand serve* dan *backhand serve*. Dalam gerakan ini pemain harus memiliki gerakan lengan, power, kontrol dan akurasi yang baik, agar dapat menghasilkan pukulan yang efektif dan efisien. Salahsatu teknik yang paling sering digunakan adalah *serve pendek* khususnya *backhand short serve*. Jenis *serve* ini merupakan yang paling banyak digunakan, khususnya dalam kompetisi putra (Gawin et al., 2013). Berdasarkan hasil observasi sekitar 66,6% atau 6 dari total 9 sampel belum mampu melakukan servis *backhand short serve* dengan baik atau masuk dalam kategori "Kurang". Menurut Hussain et al (2011) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara *forehand* dan *backhand* dalam servis pendek, berdasarkan sudut siku, ketinggian menjemput *shuttlecock*.

Servis pendek haruslah dilakukan dengan "lembut" atau setipis mungkin melewati net untuk mendarat di lapangan lawan (Singh & Mishra, 2020). Namun tak lupa bahwasanya terdapat unsur kecepatan yang signifikan di dalamnya, baik itu kecepatan *shuttlecock* maupun kecepatan lecutan tangan ketika *serve* dan hal ini berlaku untuk semua jenis *serve* baik itu *flick (long) serve* maupun *short serve*. Karena secara hukum mekanika gerak, semakin akurat dan cepat suatu gerakan dalam serangan (*serve*) maka akan semakin sulit pula lawan dalam mengembalikan serangan tersebut. Menurut Cahyono (2018) dan Irawan et al (2016) "*human motion was influenced by biomechanical factors where to know the ideal angle and torque of the body*" yang berarti gerak manusia secara signifikan dipengaruhi oleh beberapa faktor biomekanik seperti sudut ideal atau segmentasi tubuh serta torsi tubuh.

Berdasarkan penelitian dari Wijaya (2017) menyebutkan bahwa analisa gerak servis pada bulutangkis dilihat secara anatomi, fisiologis, dan biomekanika mempengaruhi dari benar baik dan salahnya dari tindakan tersebut. Berdasarkan penelitian Hussain et al (2011) yang menyebutkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara *forehand panjang* dan *pendek servis* dengan sudut siku, tinggi kok pada saat kontak dan kok mencapai ketinggian maksimum pada level 0,05 dengan tingkat/perbedaan yang saling signifikan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui korelasi antara jarak dan waktu terhadap kecepatan *backhand short serve* atlet klub PB Pendowo Kota Semarang.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan penulis kali ini adalah penelitian kuantitatif. Populasi dalam penelitian kali ini adalah seluruh sampel dalam klub PB Pendowo Kota Semarang, sedangkan untuk sampel nya berjumlah 9 orang yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* dengan ketentuan usia 12-16 tahun dan minimal pernah masuk 3 besar kejuaraan tingkat kota Semarang. Data kuantitatif dalam penelitian ini diperoleh melalui rekaman foto dan video gerakan servis *backhand* yang kemudian dianalisis menggunakan aplikasi Kinovea seri 0.9.5. Bentuk pendekatan analisis deskriptif digunakan sebagai bagian dalam penelitian ini. Selain menggunakan Kinovea seri 0.8.9 peneliti juga menggunakan *software* IBM SPSS Statistics seri 20 untuk

menganalisis uji normalitas dan uji korelasi antar variabe. Jenis uji normalitas yang digunakan peneliti adalah Shapiro Wilk, sedangkan untuk uji korelasinya menggunakan Correlate Bivariate. Penelitian ini telah lulus uji *Etichal Clearance (EC)* dengan nomor rilis 366/KEPK/EC/2021.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui korelasi antara jarak dan waktu *serve* terhadap kecepatan *serve* yang dihasilkan atlet PB Pendowo Kota Semarang. Data yang ada kemudian dianalisis menggunakan *software Kinovea 0.8.15*. Hasil dari penelitian ini adalah menganalisis gerak *service backhand* dengan kesesuaian gerak berdasarkan indikator dengan parameter yaitu jarak (m), waktu (s), kecepatan (m/s), ekstensi pergelangan tangan kanan ($^{\circ}$), fleksi pergelangan tangan kanan ($^{\circ}$), ekstensi siku kiri ($^{\circ}$), dan sudut lutut kiri ($^{\circ}$). Tahap pertama yang dilakukan oleh peneliti terkait pengumpulan data adalah dengan pengukuran antropometri tiap sampel meliputi data berat badan dan tinggi badan. Hasil penelitian yang dilakukan terhadap 9 sampel dari klub PB Pendowo Kota Semarang, dengan rincian 8 sampel laki-laki dan 1 orang sampel perempuan didapatkan data rata-rata BMI (*Body Mass Indeks*) sebagai berikut:

Tabel 1. Data Antropometri Atlet PB Pendowo

n = 9	Mean	Std. Deviation	Min	Max
Usia (tahun)	13,44	1,236	12	15
Tinggi Badan (<i>centimeter</i>)	156,5	11,649	134	175
Berat Badan (kilogram)	46,97	11,482	27	63
BMI (kg/m ²)	18,91	2,784	15,08	22,63

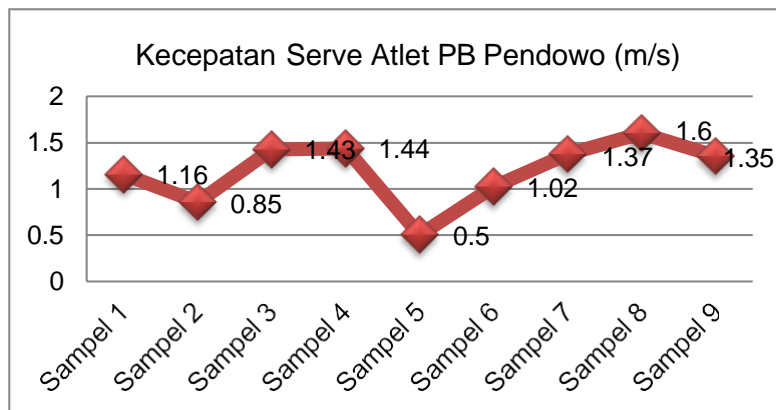
Setelah melakukan pengukuran antropometri untuk mengetahui data BMI atlet PB Pendowo Kota Semarang yang mana secara rata-rata termasuk dalam kategori Normal. Tahap selanjutnya adalah mengukur data kinematik meliputi jarak *serve*, waktu *serve*, dan kecepatan *serve* khususnya di fase pelaksanaan atau fase aktif atlet. Data kemudian direkap secara umum berdasarkan rata-rata dan standar deviasi melalui Tabel 2 Berikut.

Tabel 2. Data Kinematik Atlet PB Pendowo Kota Semarang

n = 9	Mean	Std. Deviation	Min	Max
Jarak <i>Serve</i> (m)	0,357	0,072	0,215	0,447
Waktu <i>Serve</i> (s)	0,316	0,081	0,23	0,47
Kecepatan (m/s)	1,19	0,347	0,5	1,6

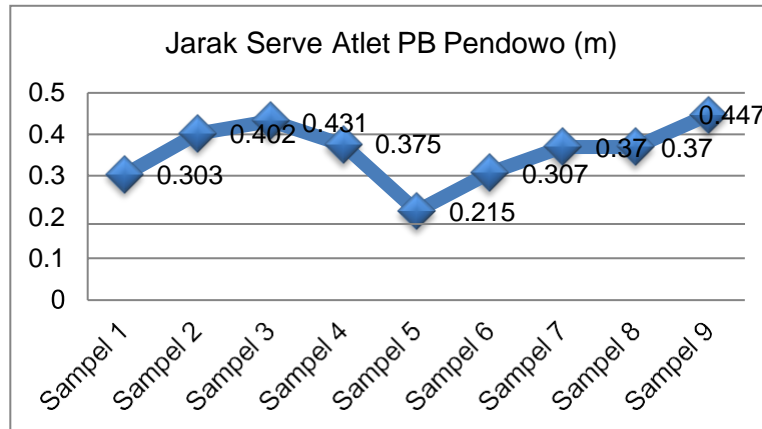
Berdasarkan data pada Tabel 2. terkait data kinematik atlet PB Pendowo Kota Semarang. Hasil dari jarak *serve* atlet PB Pendowo Kota Semarang memiliki rata-rata 0,357 m dengan standar deviasi $\pm 0,072$ m dan jarak minimal sebesar 0,215 m serta nilai maksimal 0,447 m. Sedangkan untuk data waktu *serve* memiliki rata-rata 0,316 s dengan standar deviasi $\pm 0,081$ s dan waktu minimal sebesar 0,23 s serta nilai maksimal 0,47 s. Untuk data kecepatan *serve* atlet memiliki rata-rata sebesar 1,19 m/s dengan standar deviasi $\pm 0,347$ m/s dan kecepatan minimal sebesar 0,5 m/s serta nilai maksimal 1,6 m/s

Berdasarkan data pada Tabel 2. terkait penjabaran data kinematik penelitian berupa data jarak, waktu, dan kecepatan tiap atlet PB Pendowo Kota Semarang, pada dasarnya terdapat 3 fase gerakan dalam pelaksanaan *service backhand* diantaranya adalah fase persiapan, fase pelaksanaan (*impact*), dan fase lanjutan (*follow through*). Fase tersebut didasarkan pada penelitian Simanjuntak & Atiq (2015) yang menyebutkan bahwasanya terdapat 3 fase gerakan yaitu fase persiapan, pelaksanaan, lanjutan yang telah dikembangkan dan disesuaikan oleh peneliti berdasarkan kebutuhan penelitian. Fokus peneliti pada pembahasan ini adalah fase pelaksanaan atau fase aktif yang secara spesifik membahas analisis dan faktor korelasi yang signifikan antara kecepatan serve dengan jarak dan waktu didalamnya. Berikut adalah data kecepatan serve atlet PB Pendowo Kota Semarang yang ditampilkan dalam Gambar 1.



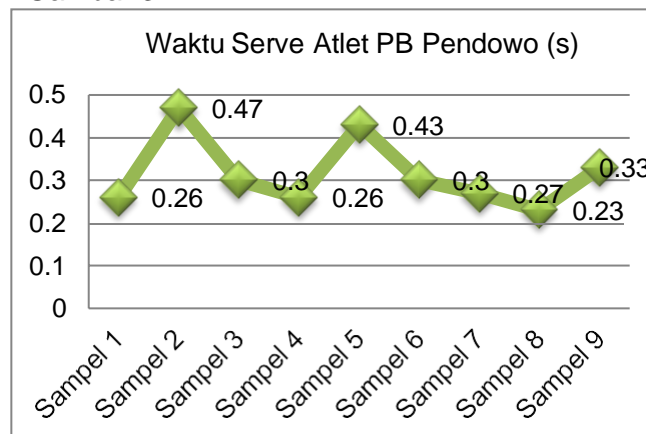
Gambar 1. Data Kecepatan Serve Atlet PB Pendowo Kota Semarang

Penentuan kecepatan serve bulutangkis didasarkan pada 2 aspek utama yaitu jarak dan waktu. Jarak dalam pelaksanaan serve didasarkan pada titik lintasan atau titik jarak terjauh antara bagian tengah lingkaran kepala raket dengan shuttlecock yang masih dipegang, penentuan jarak ini didasarkan pada penelitian Kharim (2018) yang membahas terkait kecepatan fase pelaksanaan lecutan bola petanque, dari dasar penelitian tersebut peneliti melakukan pengembangan secara dinamis serta lebih luas terkait penelitian yang bertema kan olahraga petanque kedalam penelitian bertema kan olahraga bulutangkis dalam menentukan jarak serve yang diambil berdasarkan titik terjauh antara bagian tengah lingkaran kepala raket dengan shuttlecock dari mulai fase pelaksanaan hingga fase pelaksanaan. Nugroho (2016) juga menambahkan terkait indikator dan nilai pengembangan ketrampilan servis pendek bulutangkis, bahwasanya dalam pelaksanaan *service* pendek terdapat hubunganyang signifikan antara kecepatan reaksi tangan (kedutan tangan) dengan kemampuan servis pendek dalam permainan bulutangkis. Penentuan data nilai jarak serve atlet PB Pendowo di rekap dalam Gambar 2. dibawah ini dengan jumlah sampel 9 orang,



Gambar 2. Data Jarak Serve Atlet PB Pendowo Kota Semarang

Jarak serve yang dibuat oleh atlet bulutangkis pada umumnya relatif berbeda, karena berbagai macam faktor diantaranya struktur anatomi lengan, fokus dan ketenangan serta panjang lengan yang secara garis besar mempengaruhi jarak serve seorang atlet. Sedangkan untuk data waktu serve ditentukan berdasarkan lamanya raket dari waktu persiapan hingga fase pelaksanaan khususnya di fase *impact*, yaitu tahap dimana kepala raket mengenai benturan atau tumbukan dengan *shuttlecock*, data waktu serve ditampilkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Data Waktu Serve Atlet PB Pendowo Kota Semarang

Berdasarkan data yang telah di rekap oleh peneliti diatas meliputi jarak, waktu dan kecepatan. Tahap selanjutnya adalah input data melalui *software* IBM SPSS Statistics seri 20, data di input untuk mengetahui kenormalan data antara 3 variabel tersebut. Uji normalitas yang dilakukan peneliti menggunakan metode Shapiro Wilk, metode ini digunakan untuk mengetahui tingkat normalitas data dengan jumlah sampel dibawah 30 responden, sebaliknya jika jumlah sampel diatas 30 responden maka metode uji normalitas yang digunakan adalah Kolmogorov Smirnov. Data hasil uji normalitas ditampilkan dalam tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Data Dengan SPSS Terkait Variabel Kecepatan, Jarak dan Waktu

	Kolmogorog-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kecepatan	,232	9	,179	,913	9	,339
Jarak	,234	9	,169	,931	9	,493
Waktu	,248	9	,118	,854	9	,082

Norma penentuan normalitas data didasarkan pada nilai Signifikansi (Sig.) hasil uji dengan Kolmogorov Smirnov maupun Shapiro Wilk seperti dalam tabel 3, jika nilai signifikansi > 0,05 maka data tersebut Berdistribusi Normal, sebaliknya jika nilai signifikansi < 0,05 maka data tersebut Tidak Berdistribusi Normal. Berdasarkan norma penentuan uji normalitas tersebut, maka data yang telah rekap dan diuji kan peneliti dengan nilai signifikansi kecepatan 0,339, jarak 0,493, dan waktu 0,082 maka data-data tersebut Berdistribusi Normal. Dengan nilai yang telah peneliti rekap pada Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3 langkah selanjutnya adalah menentukan korelasi atau hubungan antara variabel- variabel tersebut. Data uji korelasi yang pertama ditampilkan peneliti dalam tabel 4 berikut meliputi hubungan antara kecepatan serve dengan jarak serve.

Tabel 4. Hasil Uji Korelasi Antara Variabel Kecepatan Serve dengan Jarak Serve

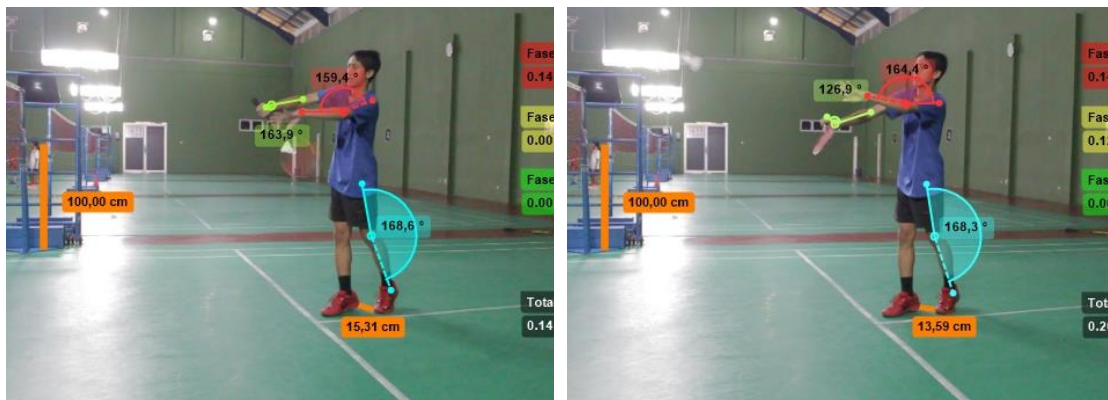
		Kecepatan	Jarak
Kecepatan	Pearson Correlation	1	,681
	Sig. (2-tailed)		,043
	N	9	
Jarak	Pearson Correlation	,681	1
	Sig. (2-tailed)	,043	
	N	9	9

Pedoman dalam penentuan hubungan antar 2 variabel dalam uji Korelasi Bivariat adalah, jika nilai signifikansi < 0,05 maka variabel tersebut Berkorelasi, sebaliknya jika nilai signifikansi > 0,05 maka data tersebut Tidak Berkorelasi. Berdasarkan hasil uji Korelasi dengan model Bivariat pada tabel 4, menyebutkan bahwasanya nilai Sig. (2-tailed) antara variabel kecepatan dengan jarak sebesar 0,043, itu artinya terdapat korelasi yang signifikan antara variabel kecepatan dan jarak. Sedangkan untuk kekuatan korelasi antara dua data variabel yang telah direkap peneliti diatas dengan kekuatan nilai Pearson Correlation + 0,681, maka termasuk dalam kategori kuat dengan nilai positif. Definisi dari memiliki korelasi yang kuat dengan nilai positif adalah, semakin tinggi nilai variabel kecepatan serve seorang atlet maka semakin tinggi nilai variabel jarak serve seorang atlet. Dalam hal ini korelasi antara keduanya berhubungan secara linear atau searah. Data uji korelasi yang kedua ditampilkan peneliti dalam tabel 5 meliputi hubungan antara kecepatan serve dengan waktu serve.

Tabel 5. Hasil Uji Korelasi Antara Variabel Kecepatan Serve dengan Waktu Serve

		Kecepatan	Waktu
Kecepatan	Pearson Correlation	1	-,819**
	Sig. (2-tailed)		,007
	N	9	9
Waktu	Pearson Correlation	-,819**	1
	Sig. (2-tailed)	,007	
	N	9	9

Berdasarkan hasil uji Korelasi dengan model Bivariat pada tabel 5, menyebutkan bahwasanya nilai Sig. (2-tailed) antara variabel kecepatan dengan waktu sebesar 0,007, itu artinya terdapat korelasi yang signifikan antara variabel kecepatan dan jarak. Sedangkan untuk kekuatan korelasi antara dua data variabel yang telah direkap peneliti diatas dengan kekuatan nilai Pearson Correlation - 0,891, maka termasuk dalam kategori sangat kuat dengan nilai negatif. Definisi dari memiliki korelasi yang kuat dengan nilai negatif adalah, semakin tinggi nilai variabel kecepatan serve seorang atlet maka semakin rendah nilai variabel jarak serve seorang atlet. Begitupun sebaliknya semakin rendah nilai variabel kecepatan serve seorang atlet maka semakin tinggi nilai variabel jarak serve seorang atlet.



Gambar 4. Hasil Analisis Gerak Menggunakan *Software Kinovea 0.9.4*

Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis dan uraian variabel diatas, peneliti mendapati bahwasanya kecepatan serve memiliki korelasi yang kuat dengan jarak serve namun sedikit berbeda dengan variabel waktu serve karena terdapat korelasi yang sangat signifikan atau sangat kuat diantara keduanya meskipun bernilai negatif atau berlawanan. Karena semakin besar kecepatan serve seorang atlet dengan tingkat waktu yang semakin singkat atau kecil (terlepas itu berapapun jarak serve yang dihasilkan) maka semakin baik pula hasil gerakan yang dihasilkan untuk mempengaruhi lawan dalam mengembalikan *shuttlecock* saat serve. Dalam fase pelaksanaan *backhand short serve* faktor kecepatan, ketepatan (akurasi), dan refleks atau kedutan tangan menjadi faktor penting penentu keberhasilan *backhand serve* khususnya untuk *serve* pendek karena seorang atlet dituntut untuk menjatuhkan shuttlecock setipis mungkin dengan net dan sedekat mungkin dengan bidang *serve* lawan. Dalam penelitian Seth (2016) yang menyatakan bahwasanya variabel teknik yang dipilih dalam penelitian seperti servis pendek, servis panjang, pukulan forehand, dan backhand jelas secara signifikan terkait dengan kinerja permainan bulutangkis, melalui model perhitungan matematis yang dilakukannya menyebutkan bahwa servis pendek menunjukkan angka signifikan 0,06 dengan syarat signifikansi sebesar 0,05. Hal ini menandakan bahwa servis pendek berpengaruh besar dalam kinerja permainan bulutangkis.

Dari 9 sampel yang peneliti ambil dengan spesifikasi 8 sampel laki-laki dan 1 sampel perempuan dari PB Pendowo Kota Semarang di dalam analisis ini. Semua sampel pada dasarnya di prospek dari awal atau dikategorikan dalam pemain tunggal (*single player*) yang mana dari hasil observasi peneliti 100% dari ke 9 sampel tersebut menggunakan *backhand short serve* dalam permainan atau saat bertanding, meskipun tidak menutup kemungkinan dilakukannya *flick serve* atau bahkan *forehand long serve*. Faktor biomekanika pada dasarnya untuk masing-masing teknik dalam bulutangkis memiliki kesamaan khususnya dari segi fase gerakan, bergantung pada penggunaan teknik dan gaya otot yang dimiliki setiap atlet. Kemampuan penghasil kekuatan otot dibagi menjadi elemen kontraktil dan elastis (model parameter yang disatukan) dengan versi yang paling umum digunakan adalah model Hill tiga komponen, diantaranya adalah elemen kontraktildan dua elemen elastis: elemen elastis seri dan elemen elastis paralel (Gamble, 2012)

Secara signifikan kecepatan serve atlet bulutangkis khususnya dalam pelaksanaan *backhand short serve* dipengaruhi oleh faktor otot lengan, baik itu otot pasif yang berada pada bagian lengan *non-dominan* (lengan untuk memegang *shuttlecock*) maupun otot aktif yang berada pada bagian lengan *dominan* (lengan untuk memegang raket atau melakukan gerakan). Dalam penelitian lain juga menyebutkan bahwasanya gaya yang dihasilkan elemen kontraktil dapat dinyatakan sebagai fungsi dari tiga faktor

yaitu panjang otot, kecepatan otot dan aktivasi otot. Dalam servis pendek untuk dapat melakukan pukulan dengan benar perlu diperlu diperhatikan ketrampilan kesetabilan dan keseimbangan otot kaki, besarnya sudut gerakan pergelangan tangan, dan ketepatan melakukan ayunan terhadap perkenaan shuttlecock (Nasrullah, 2019) Selain aktivasi otot, menurut (Gamble, 2012) menyatakan kekuatan otot bergantung pada kinematika otot. kinematika otot, meliputi lengan dan panjang momen otot- tendon.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan peneliti terkait analisis gerak faktor yang mempengaruhi kecepatan *backhand short serve* atlet PB Pendowo Kota Semarang menyebutkan bahwa variabel kecepatan dan jarak serve memiliki korelasi yang Kuat dengan nilai signifikansi/ Sig. (2-tailed) sebesar 0,043 dan berkorelasi secara linear (+). Sedangkan untuk variabel kecepatan dengan waktu memiliki korelasi yang Sangat Kuat dengan nilai signifikansi/ Sig. (2-tailed) sebesar 0,007 dan berkorelasi secara berlawanan (-). Hal ini secara signifikan dipengaruhi oleh faktor otot lengan, baik itu otot pasif maupun otot aktif yang bekerja dalam fase persiapan hingga fase pelaksanaan atau fase aktif. Harapan kedepannya untuk peneliti lain yakni mampu melakukan analisis gerak terkait *backhand short serve*, baik secara lebih luas maupun spesifik terkait kecepatan, sudut gerak (fleksi ekstensi), power otot dengan menyepurnakan data-data dari penelitian sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, S., Bari, M. A., Ahmad, A., Mohammad, A., & Khan, A. (2011). Analysis of Arm Movement in Badminton of Forehand Long and Short Service. *Innovative Systems Design and Engineering*, 2(3), 13–17.
- Brahm, B.-V. (2010). *Badminton Handbook Training Tactics Competition*. Meyer and Meyer Sports.
- Cahyono, R. E. (2018). Analisis Backswing Dan Release Shooting Carreau Jarak 7 Meter Olahraga Petanque Pada Atlet Jawa Timur. *Jurnal Prestasi Olahraga*, 1(1).
- Gamble, P. (2012). Strength and Conditioning for Team Sports: Sport-Specific Physical Preparation for High Performance (2nd Edition). In *Strength and Conditioning for Team Sports: Sport-specific physical preparation for high performance, second edition*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203084250>
- Gawin, W., Beyer, C., Hasse, H., & Büsch, D. (2013). How to Attack The Service: an Empirical Contribution to Rally Opening in World-Class Badminton Doubles. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13(3), 860–871. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/24748668.2013.11868694>
- Hussain, I., Ahmed, S., Mohammad, A., Khan, A., & Bari, M. A. (2011). Videographical Analysis of Short Service in Badminton. *Journal of Education and Practice*, 2(2), 1–5.
- Irawan, F. A., Chuang, L.-R., Peng, H.-T., & Huang, S.-K. (2016). A Biomechanical Baseball Pitching: Is the Curveball Has More Risk Than Fastball? *Chinese Journal of Sport Biomechanics*, 13(2), 55–63. <https://doi.org/https://doi.org/10.3966/207332672016121302002>
- Kharim, M. A. (2018). Analisis Back Swing dan Release Ketepatan Pointing Half Lob Jongkok pada Jarak 7 Meter Olahraga Petanque. *Jurnal Prestasi Olahraga*, 1(3).
- Nasrullah, M. (2019). *Analisis Biomekanik Servis Pendek Backhand Atlet Bulutangkis Kendal*. Universitas Negeri Semarang.
- Nugroho, A. (2016). Pengembangan Tes Keterampilan Servis Pendek Bulutangkis Untuk Atlet Kelompok Anak-Anak, Pemula, Remaja dan Taruna. *Pend. Keplatihan*

- Olahraga-S1, 1(6).
- Seth, B. (2016). Determination Factors of Badminton Game Performance. *Int. J. Phys. Educ. Sports Health*, 3, 20–22.
- Simanjuntak, V., & Atiq, A. (2015). Pengaruh Model Pembelajaran Mandiri Terhadap Hasil Belajar Servis Pendek Backhand Bulutangkis Smpn 8 Pontianak. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 4(1), 1–7.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.26418/jppk.v4i1.8922>
- Singh, A. P., & Mishra, V. B. (2020). A Biomechanical Analysis of Badminton Forehand Service. *Vidyabharati International Interdisciplinary Research Journal*, 140, 71–73.
- Umam, A. K. (2017). Analisis Keterampilan Teknik Bermain pada Permainan Tunggal dan Ganda Putra Dalam Cabang Olahraga Bulutangkis. *Jurnal Kesehatan Olahraga*, 5(3).
- Wijaya, A. (2017). Analisis Gerak Keterampilan Servis Dalam Permainan Bulutangkis (Suatu Tinjauan Anatomi, Fisiologi, dan Biomekanika). *Indonesia Performance Journal*, 1(2), 106–111.