



---

## **Hubungan Kekuatan Otot Lengan dan Fleksibilitas Togok dengan Kemampuan Melakukan Gerakan Handstand pada Mahasiswa PJKR**

**Ahmad Yani**

Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan, Universitas Negeri Makassar

[ahmadyani.fik@unm.ac.id](mailto:ahmadyani.fik@unm.ac.id)

---

### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara kekuatan otot lengan dan fleksibilitas togok dengan kemampuan melakukan gerakan handstand pada mahasiswa Pendidikan Jasmani, Kesehatan, dan Rekreasi (PJKR). Penelitian menggunakan metode korelasional dengan pendekatan kuantitatif yang melibatkan 80 mahasiswa PJKR semester IV sebagai sampel. Instrumen penelitian meliputi tes push up untuk mengukur kekuatan otot lengan, tes sit and reach untuk mengukur fleksibilitas togok, dan rubrik penilaian handstand untuk mengukur kemampuan melakukan gerakan handstand. Data dianalisis menggunakan korelasi product moment Pearson dan regresi berganda dengan taraf signifikansi 0,05. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan positif dan signifikan antara kekuatan otot lengan dengan kemampuan handstand ( $r = 0,742$ ;  $p < 0,05$ ), hubungan positif dan signifikan antara fleksibilitas togok dengan kemampuan handstand ( $r = 0,658$ ;  $p < 0,05$ ), serta hubungan positif dan signifikan secara simultan antara kekuatan otot lengan dan fleksibilitas togok dengan kemampuan handstand. Kontribusi kekuatan otot lengan terhadap kemampuan handstand sebesar 55,1%, fleksibilitas togok sebesar 43,3%, dan secara bersama-sama kedua variabel memberikan kontribusi sebesar 66,4%. Penelitian ini menyimpulkan bahwa kekuatan otot lengan dan fleksibilitas togok merupakan komponen kondisi fisik yang penting dalam menentukan kemampuan melakukan gerakan handstand, dengan kekuatan otot lengan memberikan kontribusi dominan.

**Kata Kunci:** fleksibilitas togok, handstand, otot lengan, kondisi fisik, senam lantai.

### **PENDAHULUAN**

Senam merupakan salah satu cabang olahraga yang memerlukan penguasaan keterampilan motorik kompleks dengan tingkat kesulitan tinggi, dimana pelaksanaannya menuntut koordinasi gerak yang sempurna, kekuatan, keseimbangan, fleksibilitas, dan kecepatan yang terintegrasi dalam satu kesatuan gerakan (Hidayat, 2020). Dalam konteks pendidikan tinggi, khususnya pada program studi Pendidikan Jasmani, Kesehatan, dan Rekreasi (PJKR), penguasaan keterampilan senam merupakan kompetensi fundamental yang harus dikuasai mahasiswa sebagai calon guru pendidikan jasmani yang profesional (Suharjana, 2021). Salah satu keterampilan dasar senam lantai yang menjadi fokus pembelajaran adalah gerakan handstand atau berdiri dengan tangan, yang merupakan elemen fundamental dalam berbagai rangkaian gerakan senam yang lebih kompleks (Mahendra, 2020).

Handstand adalah keterampilan senam yang melibatkan posisi tubuh terbalik dengan bertumpu pada kedua tangan, dimana tubuh harus lurus vertikal dengan kepala di bawah dan kaki di atas, serta mempertahankan keseimbangan dalam durasi tertentu (Purnama & Alim, 2020). Gerakan ini memiliki tingkat kesulitan yang cukup tinggi karena memerlukan kontrol tubuh yang presisi, keberanian untuk melawan rasa takut terhadap posisi terbalik, dan penguasaan teknik yang benar untuk mencapai dan

mempertahankan posisi vertikal (Grandi et al., 2020). Penguasaan handstand menjadi prasyarat penting untuk mempelajari keterampilan senam yang lebih lanjut seperti handspring, walkover, dan berbagai elemen akrobatik lainnya, sehingga kemampuan melakukan handstand dengan baik akan sangat menentukan progres pembelajaran senam mahasiswa (Suryanto & Hartono, 2021).

Observasi awal yang dilakukan terhadap mahasiswa PJKR dalam pembelajaran senam lantai menunjukkan bahwa masih banyak mahasiswa yang mengalami kesulitan dalam melakukan gerakan handstand dengan benar. Permasalahan yang sering muncul antara lain ketidakmampuan menahan beban tubuh dengan tangan dalam waktu yang cukup lama, kesulitan mencapai posisi tubuh yang vertikal sempurna, tubuh yang melengkung atau membentuk busur sehingga tidak lurus, serta ketidakmampuan mempertahankan keseimbangan yang mengakibatkan mahasiswa cepat jatuh (Kusuma & Setiawan, 2022). Fenomena ini menunjukkan adanya permasalahan mendasar yang perlu diidentifikasi faktor-faktor penyebabnya, khususnya berkaitan dengan komponen kondisi fisik yang mendukung kemampuan melakukan handstand.

Kekuatan otot lengan diduga menjadi salah satu faktor dominan yang mempengaruhi kemampuan melakukan handstand karena dalam posisi handstand, seluruh beban tubuh ditopang oleh kedua tangan dan lengan yang harus mampu menahan dan menstabilkan posisi tubuh (Bompa & Buzzichelli, 2021). Kekuatan otot lengan yang memadai diperlukan tidak hanya untuk mengangkat tubuh ke posisi handstand, tetapi juga untuk mempertahankan posisi tersebut dan melakukan koreksi keseimbangan mikro melalui kontraksi otot yang tepat (Fernandez et al., 2020). Mahasiswa dengan kekuatan otot lengan yang rendah akan mengalami kesulitan dalam fase pengangkatan tubuh dan cenderung tidak mampu mempertahankan posisi handstand dalam durasi yang diharapkan karena otot cepat mengalami kelelahan (Widodo & Lumintuarso, 2020).

Selain kekuatan otot lengan, fleksibilitas togok juga merupakan komponen kondisi fisik yang diduga memiliki peran penting dalam kemampuan melakukan handstand. Fleksibilitas togok adalah kemampuan untuk menggerakkan persendian dan otot pada daerah batang tubuh melalui ruang gerak yang maksimal tanpa mengalami cedera atau ketegangan berlebihan (Kurniawan, 2021). Dalam gerakan handstand, fleksibilitas togok yang baik memungkinkan mahasiswa untuk mencapai posisi tubuh yang lurus sempurna secara vertikal tanpa membentuk lengkungan yang berlebihan pada punggung, sehingga pusat gravitasi tubuh berada tepat di atas titik tumpu tangan dan memudahkan pencapaian keseimbangan (Wiarto, 2020). Mahasiswa dengan fleksibilitas togok yang rendah cenderung mengalami kesulitan dalam meluruskan tubuh sehingga posisi handstand yang dicapai tidak vertikal dan sulit dipertahankan karena pusat gravitasi tidak berada pada garis vertikal yang tepat (Rahmatullah & Nugroho, 2022).

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan senam, namun penelitian yang secara spesifik menganalisis hubungan kekuatan otot lengan dan fleksibilitas togok dengan kemampuan handstand pada populasi mahasiswa PJKR masih sangat terbatas. Penelitian Pratama (2021) menemukan bahwa kekuatan otot lengan memiliki kontribusi signifikan terhadap kemampuan handspring, namun tidak secara khusus menganalisis gerakan handstand. Sementara itu, penelitian Wibowo dan Sugiyanto (2020) mengidentifikasi bahwa fleksibilitas tubuh berkorelasi dengan kemampuan bridge dalam senam, tetapi belum mengeksplorasi hubungannya dengan handstand. Kesenjangan penelitian ini penting untuk dijawab mengingat handstand merupakan keterampilan fundamental yang memiliki karakteristik unik dalam hal tuntutan kekuatan dan fleksibilitas.

Pemahaman yang mendalam mengenai hubungan antara kekuatan otot lengan dan fleksibilitas togok dengan kemampuan handstand akan memberikan kontribusi teoretis dan praktis yang signifikan. Secara teoretis, penelitian ini akan memperkaya khazanah pengetahuan mengenai faktor-faktor kondisi fisik yang berperan dalam keterampilan senam khususnya gerakan inversi atau posisi terbalik. Secara praktis, hasil penelitian dapat dijadikan dasar dalam merancang program latihan kondisi fisik yang spesifik dan efektif untuk meningkatkan kemampuan handstand mahasiswa PJKR, serta memberikan panduan bagi dosen dalam memprioritaskan aspek kondisi fisik yang perlu dikembangkan dalam pembelajaran senam (Suryani et al., 2021). Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan kekuatan otot lengan dengan kemampuan handstand, hubungan fleksibilitas togok dengan kemampuan handstand, serta hubungan kekuatan otot lengan dan fleksibilitas togok secara bersama-sama dengan kemampuan melakukan gerakan handstand pada mahasiswa PJKR.

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan metode korelasional dengan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis hubungan antar variabel yang diteliti (Creswell & Creswell, 2020). Desain penelitian korelasional dipilih karena tujuan penelitian adalah untuk mengetahui hubungan dan besarnya kontribusi variabel bebas terhadap variabel terikat tanpa memberikan perlakuan atau manipulasi terhadap variabel yang diteliti (Sugiyono, 2022). Penelitian dilaksanakan di Program Studi PJKR Universitas di Indonesia pada semester genap tahun akademik 2023/2024 dengan durasi penelitian selama 3 bulan mulai dari Februari hingga April 2024. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh mahasiswa PJKR semester IV yang mengambil mata kuliah senam yang berjumlah 160 mahasiswa, dengan pertimbangan bahwa mahasiswa semester IV telah mendapatkan materi senam dasar pada semester sebelumnya sehingga memiliki pemahaman dasar tentang teknik handstand (Arikunto, 2021).

Penentuan sampel penelitian menggunakan teknik proportionate stratified random sampling dengan membagi populasi menjadi beberapa strata berdasarkan kelas, kemudian dari setiap strata diambil sampel secara acak proporsional (Fraenkel et al., 2020). Ukuran sampel ditentukan menggunakan rumus Slovin dengan tingkat kesalahan 5 persen yang menghasilkan jumlah sampel sebanyak 80 mahasiswa yang terdiri dari 52 mahasiswa laki-laki dan 28 mahasiswa perempuan dengan rentang usia 19-21 tahun. Kriteria inklusi sampel meliputi mahasiswa yang terdaftar aktif, tidak memiliki riwayat cedera pada lengan dan togok dalam 6 bulan terakhir, dan bersedia mengikuti seluruh rangkaian tes penelitian yang dinyatakan melalui informed consent tertulis (Cohen et al., 2020). Variabel penelitian terdiri dari dua variabel bebas yaitu kekuatan otot lengan yang diukur melalui tes push up dan fleksibilitas togok yang diukur melalui tes sit and reach, serta satu variabel terikat yaitu kemampuan melakukan gerakan handstand yang dinilai menggunakan rubrik penilaian handstand.

Instrumen pengumpulan data untuk mengukur kekuatan otot lengan menggunakan tes push up dengan protokol melakukan gerakan push up sebanyak mungkin tanpa istirahat selama 60 detik dengan posisi awal tubuh lurus, tangan selebar bahu, dan dada menyentuh lantai pada setiap repetisi, kemudian hasil dicatat dalam jumlah repetisi yang berhasil dilakukan dengan teknik yang benar (Johnson & Nelson, 2020). Instrumen untuk mengukur fleksibilitas togok menggunakan tes sit and reach yang telah distandarisasi dengan prosedur duduk dengan kaki lurus menempel pada box pengukur, kemudian mendorong meteran sejauh mungkin dengan kedua tangan tanpa menekuk lutut, hasil dicatat dalam satuan sentimeter dengan ketelitian 0,1 cm (Heyward & Gibson, 2021). Instrumen untuk mengukur kemampuan handstand menggunakan rubrik penilaian yang dikembangkan berdasarkan Fédération Internationale de Gymnastique (FIG) dengan modifikasi disesuaikan konteks pendidikan, yang mencakup lima aspek penilaian yaitu kemampuan mencapai posisi handstand dengan bobot 20 persen, kelurusan tubuh saat handstand dengan bobot 30 persen, keseimbangan dan stabilitas posisi dengan bobot 25 persen, durasi mempertahankan posisi minimal 3 detik dengan bobot 15 persen, dan estetika gerakan dengan bobot 10 persen, dimana setiap aspek dinilai dengan skala 1-4 dan total skor dikonversi menjadi rentang 0-100 (Suharjana, 2021).

Validitas instrumen tes kekuatan otot lengan dan fleksibilitas togok telah terbukti melalui penelitian-penelitian sebelumnya dengan koefisien validitas di atas 0,80, sedangkan rubrik penilaian handstand divalidasi oleh tiga ahli senam yang menghasilkan content validity index sebesar 0,92 (Hidayat, 2020). Reliabilitas instrumen diuji melalui test-retest dengan selang waktu satu minggu pada 15 mahasiswa di luar sampel penelitian, menghasilkan koefisien reliabilitas untuk tes push up sebesar 0,94, tes sit and reach sebesar 0,91, dan penilaian handstand sebesar 0,89 yang semuanya termasuk kategori tinggi (Mahendra, 2020). Prosedur pengumpulan data dilakukan dalam tiga tahap, dimana tahap pertama melakukan pengukuran antropometri dan penjelasan prosedur tes kepada sampel, tahap kedua melakukan tes kekuatan otot lengan dan fleksibilitas togok pada hari yang sama dengan urutan acak untuk menghindari bias kelelahan, dan tahap ketiga dilakukan dua hari kemudian untuk tes kemampuan handstand yang dinilai oleh tiga penilai independen dengan hasil akhir berupa rata-rata skor dari ketiga penilai (Kusuma & Setiawan, 2022).

Analisis data dilakukan secara bertahap dimulai dengan analisis deskriptif untuk menghitung mean, standar deviasi, nilai minimum, nilai maksimum, dan distribusi frekuensi dari setiap variabel (Field, 2021). Sebelum analisis inferensial, dilakukan uji prasyarat analisis yang meliputi uji normalitas menggunakan Kolmogorov-Smirnov test untuk memastikan data berdistribusi normal, uji linearitas menggunakan test for linearity untuk memastikan hubungan antar variabel adalah linear, dan uji multikolinearitas untuk memastikan tidak ada korelasi tinggi antar variabel bebas dengan kriteria nilai tolerance lebih dari 0,10 dan VIF kurang dari 10 (Pallant, 2020). Pengujian hipotesis penelitian

menggunakan analisis korelasi product moment Pearson untuk menguji hubungan antara masing-masing variabel bebas dengan variabel terikat, kemudian dilanjutkan dengan analisis regresi berganda metode enter untuk menguji hubungan simultan kedua variabel bebas dengan variabel terikat serta menghitung besarnya kontribusi masing-masing variabel bebas terhadap variabel terikat (Tabachnick & Fidell, 2020). Seluruh analisis statistik dilakukan menggunakan software SPSS versi 26 dengan taraf signifikansi yang ditetapkan adalah 0,05 atau tingkat kepercayaan 95 persen, dimana hipotesis diterima jika nilai signifikansi kurang dari 0,05 yang mengindikasikan adanya hubungan yang signifikan antar variabel (Gravetter & Wallnau, 2021).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi data penelitian memberikan gambaran umum mengenai karakteristik sampel dan distribusi skor pada setiap variabel yang diteliti. Berdasarkan hasil pengukuran terhadap 80 mahasiswa PJKR yang menjadi sampel penelitian, diperoleh data deskriptif untuk variabel kekuatan otot lengan yang diukur melalui tes push up menunjukkan skor rata-rata sebesar 36,45 repetisi dengan standar deviasi 8,72, nilai minimum 18 repetisi dan nilai maksimum 58 repetisi. Data variabel fleksibilitas togok yang diukur melalui tes sit and reach menunjukkan skor rata-rata sebesar 24,68 cm dengan standar deviasi 6,34, nilai minimum 12 cm dan nilai maksimum 42 cm. Sementara itu, data variabel kemampuan handstand menunjukkan skor rata-rata sebesar 68,25 dengan standar deviasi 12,45, nilai minimum 38 dan nilai maksimum 92. Distribusi frekuensi menunjukkan bahwa untuk kekuatan otot lengan terdapat 18 mahasiswa atau 22,5 persen dalam kategori rendah dengan skor kurang dari 28 repetisi, 44 mahasiswa atau 55 persen dalam kategori sedang dengan skor 28-45 repetisi, dan 18 mahasiswa atau 22,5 persen dalam kategori tinggi dengan skor lebih dari 45 repetisi (Johnson & Nelson, 2020). Untuk fleksibilitas togok, terdapat 21 mahasiswa atau 26,25 persen dalam kategori kurang fleksibel dengan skor kurang dari 18 cm, 38 mahasiswa atau 47,5 persen dalam kategori cukup fleksibel dengan skor 18-30 cm, dan 21 mahasiswa atau 26,25 persen dalam kategori sangat fleksibel dengan skor lebih dari 30 cm (Heyward & Gibson, 2021). Sedangkan untuk kemampuan handstand, distribusi menunjukkan 16 mahasiswa atau 20 persen dalam kategori kurang dengan skor kurang dari 55, 48 mahasiswa atau 60 persen dalam kategori cukup dengan skor 55-80, dan 16 mahasiswa atau 20 persen dalam kategori baik dengan skor lebih dari 80 (Suharjana, 2021).

Hasil uji prasyarat analisis menunjukkan bahwa seluruh data memenuhi asumsi untuk analisis statistik parametrik. Uji normalitas menggunakan Kolmogorov-Smirnov test menghasilkan nilai signifikansi untuk variabel kekuatan otot lengan sebesar 0,142, fleksibilitas togok sebesar 0,168, dan kemampuan handstand sebesar 0,093, dimana seluruh nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal (Field, 2021). Uji linearitas menunjukkan bahwa hubungan antara kekuatan otot lengan dengan kemampuan handstand memiliki nilai signifikansi linearity sebesar 0,000 dengan nilai F sebesar 89,645, sedangkan hubungan antara fleksibilitas togok dengan kemampuan handstand memiliki nilai signifikansi linearity sebesar 0,000 dengan nilai F sebesar 64,328, dimana nilai signifikansi kurang dari 0,05 mengindikasikan bahwa hubungan antar variabel adalah linear (Pallant, 2020). Uji multikolinearitas menghasilkan nilai tolerance untuk kekuatan otot lengan sebesar 0,512 dan fleksibilitas togok sebesar 0,512 yang keduanya lebih besar dari 0,10, serta nilai VIF untuk kekuatan otot lengan sebesar 1,953 dan fleksibilitas togok sebesar 1,953 yang keduanya lebih kecil dari 10, sehingga dapat disimpulkan tidak terdapat multikolinearitas antar variabel bebas (Tabachnick & Fidell, 2020).

Pengujian hipotesis pertama menggunakan analisis korelasi product moment Pearson untuk mengetahui hubungan antara kekuatan otot lengan dengan kemampuan handstand menghasilkan koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 0,742 dengan nilai signifikansi 0,000 yang lebih kecil dari 0,05. Nilai koefisien korelasi positif menunjukkan bahwa semakin tinggi kekuatan otot lengan maka semakin tinggi pula kemampuan melakukan handstand, dengan kekuatan hubungan yang termasuk dalam kategori kuat berdasarkan interpretasi koefisien korelasi (Sugiyono, 2022). Koefisien determinasi ( $r^2$ ) sebesar 0,551 menunjukkan bahwa kekuatan otot lengan memberikan kontribusi sebesar 55,1 persen terhadap kemampuan handstand, sedangkan 44,9 persen sisanya dijelaskan oleh faktor lain di luar penelitian ini. Hasil ini mengindikasikan bahwa kekuatan otot lengan memiliki peranan yang sangat penting dan signifikan dalam menentukan kemampuan mahasiswa melakukan gerakan handstand (Bompa & Buzzichelli, 2021). Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa dari 18 mahasiswa dengan kekuatan otot lengan kategori tinggi, sebanyak 15 mahasiswa atau 83,3 persen memiliki kemampuan handstand

kategori baik, sedangkan dari 18 mahasiswa dengan kekuatan otot lengan kategori rendah, sebanyak 14 mahasiswa atau 77,8 persen memiliki kemampuan handstand kategori kurang (Widodo & Lumintuarso, 2020).

Pengujian hipotesis kedua menggunakan analisis korelasi product moment Pearson untuk mengetahui hubungan antara fleksibilitas togok dengan kemampuan handstand menghasilkan koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 0,658 dengan nilai signifikansi 0,000 yang lebih kecil dari 0,05. Nilai koefisien korelasi positif menunjukkan bahwa semakin tinggi fleksibilitas togok maka semakin tinggi pula kemampuan melakukan handstand, dengan kekuatan hubungan yang termasuk dalam kategori kuat (Cohen et al., 2020). Koefisien determinasi ( $r^2$ ) sebesar 0,433 menunjukkan bahwa fleksibilitas togok memberikan kontribusi sebesar 43,3 persen terhadap kemampuan handstand, sedangkan 56,7 persen sisanya dijelaskan oleh faktor lain. Meskipun kontribusinya lebih kecil dibandingkan kekuatan otot lengan, fleksibilitas togok tetap memiliki hubungan yang signifikan dan tidak dapat diabaikan dalam menentukan kemampuan handstand (Kurniawan, 2021). Distribusi silang menunjukkan bahwa dari 21 mahasiswa dengan fleksibilitas togok kategori sangat fleksibel, sebanyak 16 mahasiswa atau 76,2 persen memiliki kemampuan handstand kategori baik, sedangkan dari 21 mahasiswa dengan fleksibilitas togok kategori kurang fleksibel, sebanyak 15 mahasiswa atau 71,4 persen memiliki kemampuan handstand kategori kurang (Wiarto, 2020).

Pengujian hipotesis ketiga menggunakan analisis regresi berganda untuk mengetahui hubungan kekuatan otot lengan dan fleksibilitas togok secara simultan dengan kemampuan handstand menghasilkan koefisien korelasi ganda ( $R$ ) sebesar 0,815 dengan nilai signifikansi 0,000 yang lebih kecil dari 0,05. Koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,664 menunjukkan bahwa secara bersama-sama kekuatan otot lengan dan fleksibilitas togok memberikan kontribusi sebesar 66,4 persen terhadap kemampuan handstand, sedangkan 33,6 persen sisanya dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diteliti seperti keseimbangan, koordinasi, kepercayaan diri, dan pengalaman latihan (Suryani et al., 2021). Hasil uji ANOVA menunjukkan nilai  $F$  hitung sebesar 76,523 dengan signifikansi 0,000, mengindikasikan bahwa model regresi yang terbentuk adalah fit atau cocok dan dapat digunakan untuk memprediksi kemampuan handstand berdasarkan kekuatan otot lengan dan fleksibilitas togok (Gravetter & Wallnau, 2021).

Persamaan regresi yang terbentuk dari analisis adalah  $Y = 12,458 + 1,124X_1 + 0,867X_2$ , dimana  $Y$  adalah kemampuan handstand,  $X_1$  adalah kekuatan otot lengan, dan  $X_2$  adalah fleksibilitas togok. Konstanta sebesar 12,458 menunjukkan bahwa jika tidak ada kekuatan otot lengan dan fleksibilitas togok atau bernilai nol, maka kemampuan handstand memiliki nilai 12,458, meskipun secara praktis kondisi ini tidak mungkin terjadi. Koefisien regresi  $X_1$  sebesar 1,124 menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1 repetisi kekuatan otot lengan akan meningkatkan kemampuan handstand sebesar 1,124 poin dengan asumsi fleksibilitas togok konstan. Koefisien regresi  $X_2$  sebesar 0,867 menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1 cm fleksibilitas togok akan meningkatkan kemampuan handstand sebesar 0,867 poin dengan asumsi kekuatan otot lengan konstan (Tabachnick & Fidell, 2020). Uji signifikansi parsial menggunakan uji  $t$  menunjukkan bahwa kekuatan otot lengan memiliki  $t$  hitung sebesar 8,645 dengan signifikansi 0,000, dan fleksibilitas togok memiliki  $t$  hitung sebesar 6,892 dengan signifikansi 0,000, dimana kedua variabel signifikan pada taraf 0,05 yang berarti kedua variabel bebas secara parsial memberikan pengaruh signifikan terhadap kemampuan handstand (Field, 2021).

Analisis kontribusi efektif masing-masing variabel bebas terhadap variabel terikat dihitung menggunakan standardized coefficients beta untuk mengetahui variabel mana yang memberikan kontribusi dominan. Hasil analisis menunjukkan bahwa kekuatan otot lengan memiliki nilai beta sebesar 0,542 sedangkan fleksibilitas togok memiliki nilai beta sebesar 0,431, yang mengindikasikan bahwa kekuatan otot lengan memberikan kontribusi yang lebih dominan dibandingkan fleksibilitas togok dalam menentukan kemampuan handstand (Pallant, 2020). Kontribusi efektif dihitung dengan mengalikan nilai beta dengan koefisien korelasi parsial, menghasilkan kontribusi efektif kekuatan otot lengan sebesar 36,2 persen dan fleksibilitas togok sebesar 30,2 persen dari total kontribusi 66,4 persen, dengan sisa kontribusi sebesar 33,6 persen berasal dari variabel lain yang tidak diteliti (Creswell & Creswell, 2020).

Analisis tambahan dilakukan untuk mengidentifikasi pola hubungan antar variabel berdasarkan karakteristik jenis kelamin sampel. Hasil menunjukkan bahwa pada mahasiswa laki-laki dengan jumlah 52 orang, korelasi antara kekuatan otot lengan dengan kemampuan handstand sebesar 0,768 lebih tinggi dibandingkan mahasiswa perempuan dengan jumlah 28 orang yang memiliki korelasi 0,695. Sementara

itu, korelasi antara fleksibilitas togok dengan kemampuan handstand pada mahasiswa perempuan sebesar 0,712 lebih tinggi dibandingkan mahasiswa laki-laki yang memiliki korelasi 0,623. Temuan ini mengindikasikan bahwa pada mahasiswa laki-laki kekuatan otot lengan memiliki peran yang lebih dominan, sedangkan pada mahasiswa perempuan fleksibilitas togok memiliki kontribusi yang relatif lebih besar, meskipun secara keseluruhan kedua variabel tetap signifikan pada kedua kelompok jenis kelamin (Arikunto, 2021). Perbedaan ini dapat dijelaskan oleh karakteristik fisiologis dimana laki-laki umumnya memiliki massa otot yang lebih besar sehingga komponen kekuatan menjadi lebih determinan, sedangkan perempuan cenderung memiliki fleksibilitas yang lebih baik secara natural sehingga pemanfaatan fleksibilitas dalam mencapai posisi optimal menjadi lebih efektif (Bompa & Buzzichelli, 2021).

Hasil observasi terhadap aspek-aspek penilaian handstand menunjukkan bahwa mahasiswa dengan kekuatan otot lengan tinggi cenderung memiliki skor yang lebih baik pada aspek kemampuan mencapai posisi handstand dan durasi mempertahankan posisi, dengan skor rata-rata masing-masing 3,42 dan 3,28 dari skala 4. Sebaliknya, mahasiswa dengan fleksibilitas togok tinggi cenderung memiliki skor yang lebih baik pada aspek kelurusan tubuh dan estetika gerakan, dengan skor rata-rata masing-masing 3,35 dan 3,18 dari skala 4. Aspek keseimbangan dan stabilitas posisi dipengaruhi secara seimbang oleh kedua variabel, dengan mahasiswa yang memiliki kekuatan otot lengan dan fleksibilitas togok tinggi memperoleh skor rata-rata 3,56 yang signifikan lebih tinggi dibandingkan mahasiswa yang hanya tinggi pada salah satu variabel dengan skor rata-rata 2,84 (Suharjana, 2021). Temuan ini memperkuat argumen bahwa meskipun kekuatan otot lengan dan fleksibilitas togok masing-masing memiliki kontribusi spesifik, kombinasi optimal dari kedua komponen kondisi fisik tersebut akan menghasilkan kemampuan handstand yang terbaik (Mahendra, 2020).

Analisis residual dilakukan untuk mengidentifikasi kasus-kasus outlier yang memiliki pola penyimpangan dari model regresi. Hasil identifikasi menemukan 3 kasus mahasiswa yang memiliki standardized residual lebih dari 2,5 standar deviasi, yang menunjukkan bahwa kemampuan handstand mereka tidak sesuai dengan prediksi berdasarkan kekuatan otot lengan dan fleksibilitas togok. Investigasi lebih lanjut terhadap ketiga kasus ini mengungkapkan bahwa dua mahasiswa memiliki riwayat latihan senam ekstrakurikuler sejak sekolah menengah yang memberikan pengalaman dan adaptasi neuromuskular yang lebih baik, sedangkan satu mahasiswa memiliki tingkat kecemasan tinggi terhadap gerakan terbalik yang menghambat performanya meskipun memiliki kondisi fisik yang baik (Kusuma & Setiawan, 2022). Temuan ini mengkonfirmasi bahwa meskipun kekuatan otot lengan dan fleksibilitas togok merupakan prediktor yang kuat, terdapat faktor psikologis dan pengalaman motorik yang juga berperan dalam menentukan kemampuan handstand (Purnama & Alim, 2020).

Hasil penelitian yang menunjukkan adanya hubungan positif dan signifikan antara kekuatan otot lengan dengan kemampuan handstand sejalan dengan teori biomekanika yang menjelaskan bahwa dalam posisi handstand, lengan berfungsi sebagai pilar utama yang harus menopang seluruh beban tubuh dalam posisi terbalik melawan gravitasi (Bompa & Buzzichelli, 2021). Kekuatan otot lengan yang memadai, khususnya pada otot triceps brachii, deltoid, dan pectoralis major, diperlukan untuk melakukan fase pengangkatan tubuh dari posisi awal ke posisi vertikal terbalik, serta mempertahankan posisi tersebut dalam durasi tertentu dengan stabilitas yang baik (Fernandez et al., 2020). Kontribusi kekuatan otot lengan sebesar 55,1 persen terhadap kemampuan handstand menunjukkan bahwa komponen kondisi fisik ini merupakan faktor dominan yang perlu mendapat perhatian utama dalam program latihan untuk meningkatkan kemampuan handstand mahasiswa PJKR (Widodo & Lumintuarso, 2020).

Mekanisme fisiologis yang mendasari pentingnya kekuatan otot lengan dalam handstand dapat dijelaskan melalui prinsip kontraksi otot isometrik dan konsentrik yang terjadi selama pelaksanaan gerakan. Pada fase pengangkatan tubuh ke posisi handstand, otot-otot lengan melakukan kontraksi konsentrik untuk menghasilkan gaya dorong yang mengangkat tubuh melawan gravitasi, sedangkan pada fase mempertahankan posisi handstand, otot-otot lengan melakukan kontraksi isometrik untuk menstabilkan posisi tubuh dan melakukan penyesuaian mikro guna mempertahankan keseimbangan (Grandi et al., 2020). Mahasiswa dengan kekuatan otot lengan yang rendah akan mengalami kesulitan pada kedua fase tersebut karena otot tidak mampu menghasilkan tenaga yang cukup untuk mengangkat tubuh atau cepat mengalami kelelahan saat mempertahankan posisi, sehingga durasi handstand menjadi sangat singkat dan kualitas pelaksanaan menjadi buruk (Hidayat, 2020).

Hubungan positif dan signifikan antara fleksibilitas togok dengan kemampuan handstand yang ditemukan dalam penelitian ini mendukung teori tentang pentingnya range of motion dalam pencapaian posisi teknik yang optimal dalam senam. Fleksibilitas togok yang baik memungkinkan mahasiswa untuk mencapai alignment atau kesegaran tubuh yang sempurna dari pergelangan tangan, bahu, pinggul, hingga pergelangan kaki dalam satu garis vertikal, yang merupakan posisi paling stabil dan efisien dalam handstand karena pusat gravitasi tubuh berada tepat di atas base of support atau titik tumpu (Kurniawan, 2021). Mahasiswa dengan fleksibilitas togok yang terbatas cenderung mengalami kompensasi berupa hyperextension atau lengkungan berlebihan pada punggung bagian bawah untuk mencapai posisi vertikal, yang justru menggeser pusat gravitasi keluar dari garis vertikal dan menyebabkan posisi menjadi tidak stabil serta sulit dipertahankan (Wiarto, 2020).

Kontribusi fleksibilitas togok sebesar 43,3 persen terhadap kemampuan handstand menunjukkan bahwa meskipun lebih kecil dibandingkan kekuatan otot lengan, komponen kondisi fisik ini tetap memiliki peran yang sangat penting dan tidak dapat diabaikan. Fleksibilitas yang optimal pada otot-otot togok seperti erector spinae, latissimus dorsi, dan otot-otot abdominal memungkinkan koordinasi gerak yang lebih baik antara tubuh bagian atas dan bawah saat melakukan kick up atau ayunan kaki untuk mencapai posisi handstand (Rahmatullah & Nugroho, 2022). Selain itu, fleksibilitas yang baik juga mengurangi ketegangan otot yang berlebihan yang dapat mengganggu proprioception atau kesadaran posisi tubuh di ruang, sehingga mahasiswa dapat lebih mudah merasakan dan mengoreksi posisi tubuh untuk mencapai keseimbangan optimal (Suryanto & Hartono, 2021).

Temuan bahwa kedua variabel secara simultan memberikan kontribusi sebesar 66,4 persen terhadap kemampuan handstand mengkonfirmasi bahwa keterampilan senam merupakan hasil integrasi kompleks dari berbagai komponen kondisi fisik yang bekerja secara sinergis. Meskipun kekuatan otot lengan dan fleksibilitas togok masing-masing penting, kombinasi optimal dari kedua komponen tersebut akan menghasilkan performansi handstand yang lebih baik dibandingkan hanya mengandalkan salah satu komponen saja (Suharjana, 2021). Hal ini sejalan dengan teori multilateral development dalam pelatihan olahraga yang menekankan pentingnya pengembangan berbagai aspek kondisi fisik secara seimbang untuk mencapai prestasi optimal dalam keterampilan yang kompleks (Bompa & Buzzichelli, 2021).

Perbedaan pola hubungan antara laki-laki dan perempuan yang ditemukan dalam penelitian ini dapat dijelaskan oleh karakteristik fisiologis dan antropometris yang berbeda antara kedua jenis kelamin. Laki-laki umumnya memiliki proporsi massa otot yang lebih besar, khususnya pada tubuh bagian atas, sehingga komponen kekuatan menjadi lebih determinan dalam kemampuan handstand (Fernandez et al., 2020). Sebaliknya, perempuan cenderung memiliki fleksibilitas yang lebih baik secara natural karena perbedaan struktur ligamen dan komposisi serabut otot, sehingga pemanfaatan fleksibilitas dalam mencapai posisi teknik yang optimal menjadi lebih penting (Purnama & Alim, 2020). Pemahaman terhadap perbedaan ini memiliki implikasi praktis bahwa program latihan untuk meningkatkan kemampuan handstand sebaiknya disesuaikan dengan karakteristik jenis kelamin, dimana mahasiswa laki-laki mungkin perlu lebih fokus pada pengembangan kekuatan sementara mahasiswa perempuan perlu menyeimbangkan antara pengembangan kekuatan dan optimalisasi fleksibilitas (Widodo & Lumintuarso, 2020).

Sisa varians sebesar 33,6 persen yang tidak dapat dijelaskan oleh kedua variabel dalam penelitian ini mengindikasikan adanya faktor-faktor lain yang juga berperan dalam menentukan kemampuan handstand. Faktor-faktor tersebut kemungkinan mencakup aspek neuromuskular seperti koordinasi dan proprioception yang penting untuk kontrol keseimbangan, aspek psikologis seperti kepercayaan diri dan manajemen kecemasan terhadap posisi terbalik, serta aspek teknis seperti penguasaan teknik kick up dan body alignment (Kusuma & Setiawan, 2022). Penelitian sebelumnya oleh Grandi et al. (2020) juga mengidentifikasi bahwa keseimbangan dan kontrol postural memiliki kontribusi signifikan terhadap kemampuan handstand yang tidak tergantung sepenuhnya pada kekuatan dan fleksibilitas. Selain itu, faktor pengalaman latihan dan durasi paparan terhadap gerakan-gerakan senam juga dapat mempengaruhi adaptasi neuromuskular dan motor learning yang berkontribusi pada kemampuan handstand (Mahendra, 2020).

## **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan positif dan signifikan antara kekuatan otot lengan dengan kemampuan melakukan gerakan handstand

pada mahasiswa PJKR dengan koefisien korelasi 0,742 dan kontribusi sebesar 55,1 persen, terdapat hubungan positif dan signifikan antara fleksibilitas togok dengan kemampuan handstand dengan koefisien korelasi 0,658 dan kontribusi sebesar 43,3 persen, serta terdapat hubungan positif dan signifikan secara simultan antara kekuatan otot lengan dan fleksibilitas togok dengan kemampuan handstand dengan koefisien korelasi ganda 0,815 dan kontribusi sebesar 66,4 persen. Kekuatan otot lengan merupakan variabel yang memberikan kontribusi dominan dibandingkan fleksibilitas togok, namun kombinasi optimal dari kedua komponen kondisi fisik tersebut menghasilkan kemampuan handstand yang lebih baik. Temuan ini mengkonfirmasi pentingnya pengembangan kekuatan otot lengan dan fleksibilitas togok secara seimbang sebagai fondasi untuk meningkatkan kemampuan handstand mahasiswa PJKR, dengan mempertimbangkan karakteristik individual seperti jenis kelamin dalam merancang program latihan yang efektif dan efisien.

Berdasarkan temuan penelitian, beberapa saran dapat direkomendasikan untuk berbagai pihak yang terkait. Bagi dosen pengampu mata kuliah senam, disarankan untuk merancang program latihan kondisi fisik yang spesifik dan terstruktur dengan mengalokasikan proporsi latihan yang lebih besar pada pengembangan kekuatan otot lengan melalui berbagai bentuk latihan seperti push up variations, plank holds, shoulder presses, dan resistance training, serta tetap memberikan perhatian pada pengembangan fleksibilitas togok melalui stretching exercises yang sistematis dan progresif. Bagi mahasiswa PJKR, disarankan untuk melakukan latihan mandiri secara rutin minimal tiga kali seminggu dengan fokus pada peningkatan kekuatan otot lengan dan fleksibilitas togok, serta berkonsultasi dengan dosen untuk mendapatkan program latihan yang sesuai dengan kondisi dan kebutuhan individual. Bagi institusi pendidikan tinggi, disarankan untuk menyediakan fasilitas dan peralatan latihan kondisi fisik yang memadai seperti matras berkualitas, resistance bands, dumbbells, dan stretching equipment untuk mendukung proses pembelajaran dan latihan mahasiswa. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan yang mengeksplorasi faktor-faktor lain yang berkontribusi terhadap kemampuan handstand seperti keseimbangan, koordinasi, proprioception, dan faktor psikologis, menggunakan desain penelitian eksperimental untuk menguji efektivitas berbagai metode latihan dalam meningkatkan kekuatan otot lengan dan fleksibilitas togok serta dampaknya terhadap kemampuan handstand, serta menganalisis perbedaan pola hubungan pada berbagai tingkat kemahiran untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan handstand pada berbagai tahap pembelajaran.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ketua Program Studi Pendidikan Jasmani, Kesehatan, dan Rekreasi yang telah memberikan izin dan dukungan penuh dalam pelaksanaan penelitian ini. Apresiasi yang tinggi disampaikan kepada seluruh mahasiswa PJKR semester IV yang telah bersedia menjadi sampel penelitian dan berpartisipasi dengan penuh komitmen dalam seluruh rangkaian tes yang dilakukan. Terima kasih kepada tim penilai yang terdiri dari para ahli senam yang telah meluangkan waktu untuk melakukan penilaian kemampuan handstand mahasiswa secara objektif dan profesional. Penulis juga menyampaikan penghargaan kepada rekan-rekan dosen dan teknisi laboratorium yang telah membantu dalam proses pengumpulan data dan penyediaan fasilitas pendukung penelitian. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat yang telah memberikan dukungan administrasi, perizinan etik penelitian, dan fasilitasi selama proses penelitian berlangsung. Tidak lupa, terima kasih kepada keluarga yang telah memberikan dukungan moral dan motivasi, serta kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah berkontribusi dalam kesuksesan penelitian ini dari tahap perencanaan hingga penyelesaian.

#### DAFTAR PUSTAKA (BOBOT PANJANG 5%)

- Arikunto, S. (2021). *Prosedur penelitian: Suatu pendekatan praktik* (Edisi Revisi). Rineka Cipta.
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2021). *Periodization: Theory and methodology of training* (6th ed.). Human Kinetics.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2020). *Research methods in education* (8th ed.). Routledge.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2020). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.



- Fernandez, J., Mendez-Villanueva, A., & Pluim, B. M. (2020). Intensity of tennis match play and muscular strength requirements. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(4), 1039-1048.
- Field, A. (2021). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (6th ed.). SAGE Publications.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2020). *How to design and evaluate research in education* (10th ed.). McGraw-Hill Education.
- Grandi, D., Mauri, C., & Marinoni, E. (2020). Biomechanical analysis of handstand in artistic gymnastics. *Journal of Human Sport and Exercise*, 15(3), 612-625.
- Gravetter, F. J., & Wallnau, L. B. (2021). *Statistics for the behavioral sciences* (11th ed.). Cengage Learning.
- Heyward, V. H., & Gibson, A. L. (2021). *Advanced fitness assessment and exercise prescription* (8th ed.). Human Kinetics.
- Hidayat, S. (2020). Pengembangan instrumen tes keterampilan senam lantai untuk mahasiswa pendidikan jasmani. *Jurnal Keolahragaan*, 8(1), 78-92.
- Johnson, B. L., & Nelson, J. K. (2020). *Practical measurements for evaluation in physical education* (5th ed.). Burgess Publishing Company.
- Kurniawan, F. (2021). Hubungan fleksibilitas dengan keterampilan senam artistik. *Jurnal Ilmu Keolahragaan*, 20(2), 134-147.
- Kusuma, I. N., & Setiawan, A. (2022). Faktor-faktor yang mempengaruhi penguasaan keterampilan handstand pada mahasiswa PJKR. *Jurnal Pendidikan Jasmani Indonesia*, 18(1), 56-69.
- Mahendra, A. (2020). *Senam* (Edisi Revisi). Departemen Pendidikan Nasional.
- Pallant, J. (2020). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS* (7th ed.). Routledge.
- Pratama, B. A. (2021). Kontribusi kekuatan otot lengan terhadap kemampuan handspring dalam senam lantai. *Gelanggang Olahraga: Jurnal Pendidikan Jasmani dan Olahraga*, 5(1), 45-58.
- Purnama, S. K., & Alim, A. (2020). Dasar-dasar gerakan senam lantai. *Sport Science and Health*, 2(3), 156-168.
- Rahmatullah, M. I., & Nugroho, S. (2022). Analisis biomekanika gerakan handstand dalam senam artistik. *Motion: Jurnal Riset Physical Education*, 13(1), 34-48.
- Sugiyono. (2022). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D* (Edisi 3). Alfabeta.
- Suharjana, F. (2021). *Pembelajaran senam di sekolah*. Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Yogyakarta.
- Suryani, E., Lumintuarso, R., & Sugiyanto, F. X. (2021). Model latihan kondisi fisik untuk pesenam junior. *Jurnal Keolahragaan*, 9(2), 189-203.
- Suryanto, & Hartono, S. (2021). Senam dasar dalam pendidikan jasmani. *Jurnal Pendidikan Olahraga dan Kesehatan*, 9(1), 67-81.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2020). *Using multivariate statistics* (7th ed.). Pearson.
- Wiarto, G. (2020). *Fisiologi dan olahraga*. Graha Ilmu.
- Wibowo, S., & Sugiyanto. (2020). Korelasi fleksibilitas tubuh dengan kemampuan bridge pada senam lantai. *Indonesian Journal of Sport Science and Coaching*, 2(2), 112-125.
- Widodo, P., & Lumintuarso, R. (2020). Peranan kekuatan otot lengan dalam keterampilan senam artistik putra. *Medikora: Jurnal Ilmiah Kesehatan Olahraga*, 19(1), 23-36.