

Hold Relax dan Static Stretching Meningkatkan Fleksibilitas Hamstring: Studi Literatur

Alfa Zamrotin Malaniale Maldi¹, Herdianty Kusuma Handari¹, Budi Utomo¹

¹ Program Studi Sarjana Terapan Fisioterapi, Poltekkes Kemenkes Surakarta, Indonesia

*Korespondensi: alfamaldi@gmail.com

ABSTRAK

Pada aktivitas kehidupan sehari-hari manusia bekerja dan beraktivitas dengan melibatkan seluruh anggota tubuh, sehingga dibutuhkan fleksibilitas. Penurunan fleksibilitas otot hamstring sering tidak disadari dikarenakan otot hamstring bekerja secara konsentrik atau memendek. Jika otot hamstring mengalami penurunan fleksibilitas maka rentan terjadi cedera muskuloskeletal, nyeri pada bagian belakang paha sehingga hip joint dan lumbal mengalami keterbatasan gerak, gangguan postur, dan pola jalan. Upaya dalam meningkatkan fleksibilitas otot hamstring dapat dilakukan dengan berbagai jenis stretching seperti hold relax dan static stretching. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh hold relax dan static stretching terhadap fleksibilitas hamstring. Metode penelitian ini berupa studi literatur dengan menggunakan teknik PICOT, yaitu: (1) population /problem: fleksibilitas otot hamstring, (2) intervention: hold relax, (3) compare: static stretching, (4) outcome: fleksibilitas hamstring, (5) type of study: randomized controlled trial. Database yang digunakan adalah PubMed, Google Scholar, dan PEDro. Hasilnya didapatkan 1.642 artikel setelah dilakukan skrining dan hanya 25 artikel yang diidentifikasi. Kemudian 10 artikel terpilih untuk dianalisis. Kesimpulan yang didapatkan adalah hold relax dan static stretching dapat meningkatkan fleksibilitas otot hamstring. Hold relax dan static stretching dapat digunakan untuk meningkatkan fleksibilitas otot hamstring.

Kata kunci: fleksibilitas, hold relax, otot hamstring, static stretching, studi literatur

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari, manusia bekerja dan melakukan aktivitas yang mempengaruhi seluruh bagian tubuh. Otot hamstring cenderung bekerja secara konsentrik atau memendek, sehingga banyak orang tidak menyadari bahwa terjadi penurunan fleksibilitas dari otot hamstring (Irfan and Natalia 2008). Fleksibilitas otot hamstring merupakan kemampuan otot hamstring untuk diregangkan saat terjadi gerakan pada sendi dengan luas gerak penuh tanpa disertai rasa sakit (Micheo, Baerga, and Miranda 2012). Otot hamstring merupakan suatu kelompok otot yang terdiri atas otot biceps femoris, otot semitendinosus, dan otot semimembranosus yang bekerja pada dua sistem persendian

yaitu hip dan lutut (Rajendran, Thiruveenkadam, and Nedunchezhiyan 2016).

Cedera hamstring dapat terjadi karena penurunan fleksibilitas yang disebabkan oleh berkurangnya aktifitas, imobilisasi, maupun postur yang salah dalam waktu yang lama. Pada situasi ini dapat menyebabkan pemendekan otot, kontraktur, kelemahan dan atrofi, sehingga semakin mudah terjadi cedera hamstring (Wismanto 2011). Otot hamstring yang mengalami pemendekan akan menimbulkan nyeri pada daerah belakang paha, sehingga sendi hip dan lumbal mengalami keterbatasan gerak yang berakibat pada gangguan postur serta pola jalan.

Prevalensi pemendekan otot hamstring (*hamstring tightness*) di Malaysia sebesar 43.4% dan Sri Lanka sebesar 51.2%. Terdapat hubungan yang signifikan antara fleksibilitas hamstring dengan tingkat aktivitas fisik. Seseorang dengan tingkat aktivitas fisik tinggi memiliki fleksibilitas hamstring yang lebih tinggi dibanding dengan tingkat aktivitas fisik rendah pada 2 negara tersebut (Liyana et al. 2020). Dalam olahraga *stop and go* seperti sepak bola dan *rugby*, cedera otot yang paling sering terjadi adalah pada hamstring. Pada *American Football*, 41% dari total cedera adalah cedera otot hamstring, dan pada *Australian Rules Football*, prevalensinya diperkirakan 16% (Rogan et al. 2013).

Untuk mengatasi masalah pemendekan otot maupun meningkatkan kerja otot hamstring secara optimal, maka dibutuhkan suatu intervensi yang bersifat mengulur jaringan atau otot yang disebut dengan *stretching* (Irfan and Natalia 2008). Upaya untuk meningkatkan fleksibilitas dapat dilakukan dengan *static stretching* (Rogan et al. 2013), yaitu teknik dengan mengulur otot hingga mencapai titik terjauh yang dipertahankan dalam waktu tertentu sehingga dapat menstimulasi *golgi tendon organ* (GTO) (Lim, Nam, and Jung 2014).

Upaya lain yang bisa dilakukan untuk meningkatkan fleksibilitas adalah dengan *hold relax*, yaitu latihan dengan menggunakan kontraksi isometrik pada grup otot agonis dan terjadi relaksasi pada grup otot tersebut seperti pada prinsip *reciprocal inhibition*, yaitu grup otot antagonis diinhibisi dan fasilitasi pada otot agonis (Paramurthi et al. 2018).

Banyak penelitian tentang *hold relax* dan *static stretching* yang telah dilakukan, namun perlu diketahui lebih lanjut peran kedua intervensi tersebut terhadap fleksibilitas hamstring, sehingga penelitian ini bermaksud meninjau hasil penelitian dan beberapa teori dasar yang relevan. Oleh karena itu akan dilakukan penelitian berupa studi literatur pengaruh *hold relax* dan *static stretching* terhadap fleksibilitas hamstring.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian studi literatur dengan mencari artikel ada

database Google Scholar, PubMed, dan PEDro. Strategi yang digunakan dalam mencari artikel menggunakan PICOT, yaitu: (1) *population /problem*: fleksibilitas otot hamstring, (2) *intervention*: *hold relax*, (3) *compare*: *static stretching*, (4) *outcome*: fleksibilitas hamstring, (5) *type of study*: *randomized controlled trial* (Davies, 2011).

Pencarian artikel menggunakan kata kunci yang sesuai dan menggunakan *boolean operator AND, OR* dan *NOT* sebagai berikut: (1) *hold relax AND flexibility hamstring NOT contract relax NOT dynamis stretching*, (2) *static stretching AND hamstring flexibility NOT contract relax NOT dynamis stretching*. Selanjutnya aplikasi Zotero digunakan untuk melakukan cek duplikasi artikel. Penilaian uji kelayakan artikel menggunakan *Joanna Briggs Institute* (JBI) *checklist* yang dilakukan oleh 2 orang.

Kriteria inklusi dalam studi literatur ini yaitu: (1) artikel *hold relax* dan *static stretching* pada fleksibilitas hamstring, (2) naskah *full text*, (3) artikel dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris, (4) tahun terbit 2013- 2022, (5) penelitian berupa *randomized controlled trial*, (6) subjek yang digunakan dalam penelitian berupa laki-laki dan perempuan, usia remaja dan dewasa, (7) subjek yang digunakan dengan kondisi fleksibilitas hamstring normal, *hamstring tightness*, atau *hamstring shortened*. Kriteria eksklusi yaitu: (1) naskah berbentuk abstrak atau tidak dapat diakses, (2) *hamstring tightness* setelah tindakan operatif pada anggota gerak bawah, memiliki riwayat abnormalitas neurologi pada tungkai dan punggung bawah, dan adanya kelainan pada tungkai, (3) penilaian JBI dengan hasil dibawah 50%.

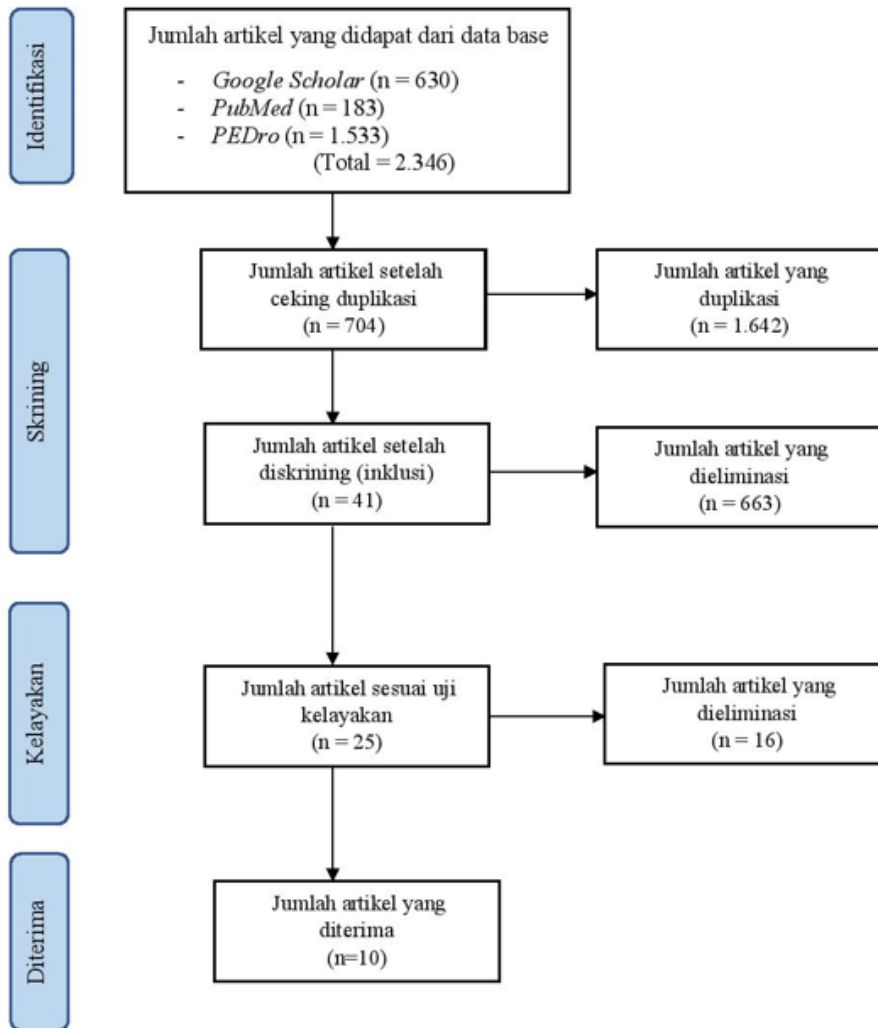
HASIL

Berdasarkan hasil pencarian literatur melalui identifikasi jumlah artikel yang telah didapatkan dari tiga database yaitu Google Scholar, PubMed, dan PEDro didapatkan total 2.346 artikel yang sesuai dengan kata kunci tersebut. Kemudian dilakukan penyaringan artikel meliputi cek duplikasi dan kesesuaian dengan kriteria dan dilanjutkan dengan melakukan uji kelayakan

artikel. Hasil akhir artikel yang didapatkan berjumlah 10 artikel yang diterima untuk dilakukan analisis.

Pada penelitian ini menggunakan 10 artikel *randomized control trial* (RCT). Subjek yang digunakan secara keseluruhan dalam penelitian ini berjumlah 532 subjek dan total subjek yang berhasil menyelesaikan penelitian sebanyak 505, semua subjek dikelompokkan ke dalam grup dengan randomisasi dengan teknik yang berbeda-beda. Jenis kelamin sampel perempuan 9 subjek, 368 subjek laki- laki, dan 128 tanpa

memandang jenis kelamin laki- laki dan perempuan dengan rentang usia 17-57 tahun. Lamanya penelitian memiliki variasi yang berbeda, yaitu satu penelitian hanya 1 kali perlakuan, satu penelitian selama 5 hari, satu penelitian berdurasi 12 hari, satu penelitian selama 3 minggu, 5 penelitian selama 4 minggu, dan satu penelitian selama 3 bulan.



Gambar 1. Flow Chart Pencarian Artikel

rtikel

Tabel 1. Analisis PICOT

No	Judul/ Tahun	Penulis/ Asal	Desain Penelitian/ Tujuan Penelitian	Jumlah Populasi dan Sampel/ Instrumen Pengumpulan Data	Intervensi/ Kontrol	Hasil
1	<i>Comparing hold relax - proprioceptive neuromuscular facilitation and static stretching echniques in management of hamstring tightness/ 2013</i>	Ali Ghanbari, Maryam Ebrahimiyan, Marzieh Mohamadi, Alireza Najjar-Hasanpour/ Iran	<i>Randomized Controlled Trial</i>	n = 51/ Goniometer dengan gerakan <i>active knee extension test</i> (AKET)	Grup 1 <i>hold relax</i> PNF n = 17, grup 2 <i>static stretching</i> n = 17, grup 3 <i>control group</i> n = 17	(1) Adanya perbedaan yang signifikan antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol dengan nilai $p < 0.001$, (2) <i>hold relax</i> PNF menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan <i>static stretching</i> dengan nilai $p = 0.015$
2	<i>Comparative study of static stretch and hold relax on increasing the motion range of knee extension and flexibility of shortened hamstring muscles of male/ 2014</i>	Abdolhamid Haji Hasani, Amir Hoshang Bakhtiari, Mohammad Amoozadeh Khalili / Iran	<i>Randomized Controlled Trial</i>	n = 60/ Goniometer dengan gerakan <i>passive knee extension test</i> (PKE)	Grup 1 <i>hold relax</i> (HR) PNF n = 20, grup 2 <i>static stretching</i> (SS) n = 20, grup 3 <i>control group</i> n = 20	(1) Terdapat peningkatan ROM yang signifikan pada kelompok perlakuan HR- PNF dan SS, namun tidak ada perbedaan yang signifikan diantara keduanya $p = 0,246$, (2) namun SS menunjukkan lebih efektif meningkatkan <i>range of motion</i> pada <i>shortened tissue</i> dan fleksibilitas serta fungsi yang lebih baik pada otot hamstring dengan nilai $p < 0.001$ dan untuk HR -PNF $p = 0.333$

3 <i>Effects on hamstring muscle extensibility, muscle activity, and balance of different stretching techniques /</i> 2014	Kyoung-II Lim, PT, MSc, Hyung-Chun Nam, PT, PhD, Kyoung-Sim Jung, PT, PhD/ Korea Selatan	<i>Randomized Controlled Trial</i>	n = 48/ ROM dengan goniometer pada gerakan <i>active knee extension test</i> (AKET), <i>muscle activity</i> dengan surface EMG (Noromed MES 9000, FA Myotronics NoromedInc., Seattle, Washington, USA), <i>balance</i> dengan <i>force measuring plate</i> (PDM, Multifunction Force Measuring Plate, Zebris, Germany, 2004).	Grup 1 <i>static stretching</i> (SS) n = 16, grup 2 <i>hold relax</i> (HR) PNF n = 16, grup 3 <i>control group</i> n = 16	(1) Adanya peningkatan signifikan ROM pada kedua kelompok perlakuan dengan nilai $p < 0.05$ tetapi tidak ada perbedaan yang signifikan pada keduanya dan, (2) adanya peningkatan pada <i>muscle activity</i> selama kontraksi isometrik secara volunter pada kelompok SS dengan nilai $p < 0.05$
4 <i>A randomized controlled trial to compare the effectiveness of static stretching versus PNF stretching of hamstring muscles following superficial heat in athletes/</i> 2014	Mandeep Kaur, Rajesh Paul, Sandeep Kumar, Reena Arora, Lalit Arora/ India	<i>Randomized Controlled Trial</i>	n = 30/ Goniometer dengan gerakan <i>active knee extension test</i> (AKET)	Grup 1 <i>static stretching</i> dan <i>moist heat</i> n = 15, grup 2 <i>hold relax</i> dan <i>moist heat pack</i> n = 15	(1) Adanya perbedaan signifikan pada kelompok perlakuan terhadap evaluasi ROM dengan nilai $p < 0.012$, (2) <i>hold relax</i> dan <i>moist heat pack</i> menunjukkan perbedaan yang lebih signifikan dibandingkan dengan <i>static stretching</i> dan <i>moist heat</i> dengan nilai <i>mean value</i> of 14.86 grup 2, 4.66 grup 1

5	<i>Effect of modified hold-relax stretching and static stretching on hamstring muscle flexibility/</i> 2015	Hashim Ahmed, MPT, Amir Iqbal, MPT, Shahnawaz Anwer, MPT, Ahmad Alghadir, MS, PhD, PT/ India	<i>Randomized Controlled Trial</i>	n = 45/ Goniometer dengan gerakan passive knee extension test (PKE)	Grup 1 <i>modified hold relax stretching and moist heat</i> n = 15, grup 2 <i>static stretching (SS)</i> n = 15, grup 3 <i>control group</i> n = 15	(2) Tidak ada perbedaan signifikan antara grup 2 dan grup 3, dan antara grup 1 dan grup 3 dengan nilai $p > 0,05$ terhadap peningkatan ROM, (2) pada pengukuran hari ke 12 pada <i>post test</i> terhadap fleksibilitas hamstring terdapat peningkatan ROM dan tidak ada perbedaan yang signifikan pada setiap kelompok dengan nilai $p = 0,001$, (3) tidak adanya perbedaan yang signifikan antara grup 1 dan grup 2 dengan nilai $p = 0,279$
6	<i>Effects of different stretching times on range of motion in patients with hamstring tightness: a randomised control trial/</i> 2017	Halima Shoukat, Hafiz Sheraz Arshad, Faiza Sharif, Arooj Fatima, dan Filza Shoukat / Pakistan	<i>Randomized Controlled Trial</i>	n = 60/ Goniometer dengan gerakan <i>straight leg raise</i>	Grup 1 <i>static stretching</i> 30s n = 20, grup 2 <i>static stretching</i> 60s n = 20, Grup 3 <i>static stretching</i> 90s n = 20	(3) Adanya perbedaan yang signifikan pada setiap grup perlakuan <i>static stretching</i> terhadap peningkatan ROM dan fleksibilitas hamstring dengan nilai $p < 0,001$, (2) tidak ada perbedaan yang signifikan diantara grup perlakuan sehingga, <i>stretching</i> selama 30s, 60s, dan 90s setara dalam meningkatkan fleksibilitas hamstring

7	<i>Comparison of two stretching techniques on the balance and mobility of older women/</i> 2018	Claudinara Botton Dal Paz, Liliana Laura Rossetin, Clynton Lourenço Correa, Anna Raquel Silveira Gomes/ Brazil	<i>Randomized Controlled Trial</i>	n = 36/ <i>Flexibility</i> menggunakan metode <i>photogrammetry</i> , <i>balance</i> menggunakan <i>berg balance scale</i> , <i>mobility</i> menggunakan <i>TUG test</i> , dan <i>cadence</i> dengan menghitung <i>steps/ menit</i>	Grup 1 <i>static stretching</i> n = 12, grup 2 <i>hold relax stretching</i> n = 12, grup 3 <i>control group</i> n = 12	(1) Ada peningkatan fleksibilitas pada grup 1 dan 2 nilai p= 0,00003, (2) tidak adanya perbedaan yang signifikan pada pre dan post <i>mobility, balance, and cadence</i> pada setiap grup, (3) pada grup 1 <i>static stretching</i> melampaui nilai minimum detectable change (MDC) pada <i>flexibility</i> dan <i>mobility</i> , (4) pada grup 2 <i>hold relax</i> melampaui nilai minimum detectable change (MDC) pada <i>flexibility</i> dan <i>cadence</i>
8	<i>Effect of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation on Flexibility in Males with Hamstring Tightness/</i> 2019	Harshita Yadav, Anuradha Lehri, PhD / India	<i>Randomized Controlled Trial</i>	n = 134/ Goniometer dengan gerak <i>knee extension test, straight leg raise, dan sit and reach test</i>	Grup 1 PNF <i>hold relax</i> , grup 2 <i>control group</i>	(1) Ada peningkatan fleksibilitas hamstring pada pengukuran SLR-D, SLR-nD, KEA-D, KEA-nD and SRT pada grup 1 dengan nilai p ≤ 0.05, (2) tidak ada perbedaan yang signifikan pada grup 2 pada SLR-D, SLR-nD, KEA-D, KEA-nD and SRT dengan nilai p ≥ 0.05
9	<i>Effect of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on functional reach of lower extremity using Y - balance test/</i> 2020	Munazzah Orooj, Supriya Awasthi, Adil Ali Ansari, Nida Imtiyaz/ India	<i>Randomized Controlled Trial</i>	Populasi = pemain <i>badminton</i> amatir, sampel n = 30/ <i>Flexibility</i> diukur menggunakan <i>Y-balance test</i>	Grup 1 PNF <i>hold relax</i> n = 15, grup 2 <i>control group</i> n = 15	(1) Adanya perbedaan signifikan pada grup 1 pada pengukuran <i>Y-balance test right anterior, right posteromedial, right posterolateral, left anterior, left posteromedial</i> , dan <i>left posterolateral</i> dengan nilai p < 0.05, (2) tidak adanya perbedaan yang signifikan pada grup 2
10	<i>Modified hold relax stretching technique to improve neuromuscular properties in collegiate students with hamstring muscle tightness/</i> 2021	Aysha Rani Khan, Kritika Sethi, Majumi M. Noohu/ India	<i>Randomized Controlled Trial</i>	<i>Weighing machine, stadiometer, power lab 15 T AD instrument – lab chart, handheld dynamometer, dan goniometer</i>	Grup 1 <i>modified hold relax</i> dan <i>moist heat</i> , grup 2 <i>control group moist heat</i> n = 19	(2) Ada perbedaan signifikan pada grup 1 dengan nilai p = 0,001, (2) <i>modified hold relax technique</i> efektif dalam meningkatkan fleksibilitas tanpa memberikan efek pada <i>muscle activity</i> dan <i>strength producing capacity of the muscle</i>

PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *hold relax* dan *static stretching* terhadap fleksibilitas otot hamstring. Dari 10 artikel tersebut diketahui bahwa *hold relax* dan *static stretching* memiliki pengaruh terhadap fleksibilitas otot hamstring. Berdasarkan penelitian, *hold relax* menunjukkan hasil berpengaruh dalam meningkatkan fleksibilitas hamstring (Khan, Sethi, and Noohu 2021; Orooj et al. 2020; Yadav and Lehari 2019). Intervensi ini merupakan salah satu teknik *proprioceptive neuromuscular facilitation* (PNF). Teknik ini dilakukan dengan kontraksi isometrik oleh otot antagonis. Kontraksi isometrik pada *hold relax* akan membantu menggerakkan *stretch* reseptor dari *muscle spindle* untuk segera menyesuaikan panjang otot yang maksimal. Pada saat otot mengalami ketegangan berlebih maka *golgi tendon organ* akan menimbulkan *autogenic inhibition* melalui aktivasi dari serabut otot tipe 1 dengan adanya rileksasi dari otot sehingga meningkatkan *range of motion* (Rani and Mohanty 2015).

Pada penelitian lain didapatkan bahwa intervensi *hold relax* menunjukkan hasil yang lebih signifikan terhadap peningkatan fleksibilitas hamstring dibanding *static stretching* (Ghanbari et al. 2013); (Kaur et al. 2014). Hal tersebut terjadi karena adanya perbedaan efek aliran darah pada setiap intervensi, pada intervensi *hold relax* adanya perubahan pada aliran darah yang diakibatkan oleh peningkatan *motor activity* sehingga pada *muscle activation* akan meningkatkan *vasoactive substance* sehingga terjadi vasodilatasi (Laldas 2000; Schuback, Hooper, and Salisbury 2004). Pada *static stretching* ada penurunan pada aliran darah dikarenakan adanya *longitudinal extension* pada pembuluh darah dengan *muscle extension* dan peningkatan tekanan *intramuscular* selama *static stretching* (Otsuki et al. 2011).

Penelitian lain menunjukkan bahwa *hold relax* dan *static stretching* memiliki hasil yang setara terhadap peningkatan fleksibilitas hamstring (Ahmed et al. 2015; Dal Paz et al. 2018; Hasani, Bakhtiari, and Khalili 2014; Lim et al. 2014). Pada penelitian ini untuk menentukan hasil yang tegas dapat dilakukan penelitian dengan jumlah subjek yang lebih banyak dan waktu penelitian yang lebih lama untuk membandingkan kedua intervensi tersebut (Haji Hasani, Bakhtiari, and Amoozadeh Khalili 2014).

Pada *static stretching* menunjukkan bahwa perbedaan durasi dalam mempertahankan regangan pada *static stretching* berpengaruh terhadap peningkatan fleksibilitas otot hamstring. Durasi *stretching* lebih efektif jika dilakukan selama 30 detik dibandingkan durasi yang lebih lama (Shoukat et al. 2017). *Static stretching* merupakan suatu teknik penguluran yang dilakukan tanpa adanya pergerakan dan pada akhir posisi dan dipertahankan beberapa waktu sehingga merangsang mampu ekstensibilitas dan panjang otot (Kisner 2007). *Static stretching* yang dilakukan secara lambat pada otot akan merangsang *golgi tendon organ*. Tegangan yang berlebih pada otot dapat menghambat ketegangan tersebut sehingga terjadi pemanjangan pada komponen elastis otot. (Wismanto 2011).

KESIMPULAN

Penelitian pengaruh *hold relax* dan *static stretching* terhadap fleksibilitas otot hamstring pada sepuluh artikel menunjukkan bahwa intervensi *hold relax* dan *static stretching* berpengaruh terhadap peningkatan fleksibilitas otot hamstring.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan terima kasih kepada Program Studi Fisioterapi Program Diploma Empat, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surakarta yang telah mendukung dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, Hashim, Amir Iqbal, Shahnawaz Anwer, and Ahmad Alghadir. 2015. "Effect of Modified Hold-Relax Stretching and Static Stretching on Hamstring Muscle Flexibility." *Journal of Physical Therapy Science* 27(2):535–38. doi: 10.1589/jpts.27.535.
- Dal Paz, Claudinara Botton, Liliana Laura Rossetin, Clynton Lourenco Correa, and Anna Raquel Silveira Gomes. 2018. "Comparison of Two Stretching Techniques on the Balance and Mobility of Older Women." *Brazilian Journal of Occupational Therapy* 26(1):27–34.
- Davies, Karen Sue. 2011. "Formulating the Evidence-Based Practice Question: A Review of the Frameworks." *Evidence-Based Library and Information Practice* 6(2):75–80. doi: 10.18438/B8WS5N.
- Ghanbari, Ali, Maryam Ebrahimian, Marzieh Mohamadi, and Alireza Najjar-Hasanpour. 2013. "Comparing Hold Relax - Proprioceptive Neuromuscular Facilitation and Static Stretching Techniques in Management of Hamstring Tightness." *Indian Journal of Physiotherapy & Occupational Therapy-An International Journal; Vol 7, No 1 (2013)* 7(1):126–30.
- Haji Hasani, Abdolhamid, Amir Hoshang Bakhtiari, and Mohammad Amoozadeh Khalili. 2014. "Comparative Study of Static Stretch and Hold Relax on Increasing the Motion Range of Knee Extension and Flexibility of Shortened Hamstring Muscles of Male Students in Semnan." *Middle East Journal of Rehabilitation and Health* 1(2). doi: 10.17795/mejrh-24365.
- Hasani, Abdolhamid Haji, Amir Hoshang Bakhtiari, and Mohammad Amoozadeh Khalili. 2014. "Comparative Study of Static Stretch and Hold Relax on Increasing the Motion Range of Knee Extension and Flexibility of Shortened Hamstring Muscles of Male Students in Semnan." *Middle East Journal of Rehabilitation and Health* 1(2):1–5. doi: 10.17795/mejrh-24365.
- Irfan, M., and Natalia. 2008. "Beda Pengaruh Auto Stretching Dengan Contract Relax and Stretching Terhadap Penambahan Panjang Otot Hamstring." *Jurnal Fisioterapi Indonesia* 8(1):65–87.
- Kaur, Mandeep, Rajesh Paul, Sandeep Kumar, Reena Arora, and Lalit Arora. 2014. "A Randomized Controlled Trial to Compare the Effectiveness of Static Stretching Versus PNF Stretching of Hamstring Muscles Following Superficial Heat in Athletes." *International Journal of Scientific and Research Publication* 4(7):1–4.
- Khan, Aysha, Kritika Sethi, and Majumi Noohu. 2021. "Modified Hold Relax Technique Stretching to Improve Neuromuscular Properties in Collegiate Students with Hamstring Muscle Tightness." *Journal of Modern Rehabilitation* 0(SE-Research Article(s)).
- Kisner, Caroline; Colby L. A. 2007. *Therapeutic Exercise*. 5th ed. Philadelphia: F.A Davis Company.
- Laldas, D. K. 2000. "Practice of Social Research, Rawat Publication." 6–10.
- Lim, Kyoung Il, Hyung Chun Nam, and Kyoung Sim Jung. 2014. "Effects on Hamstring Muscle Extensibility, Muscle Activity, and Balance of Different Stretching Techniques." *Journal of Physical Therapy Science* 26(2):209–13. doi: 10.1589/jpts.26.209.
- Liyanage, Esther, Oleksandr Krasilshchikov, Hairul Anuar Hashim, and Nidzam Mat Jawis. 2020. "Prevalence of Hamstring Tightness and Hamstring Flexibility of 9-11 Years Old Children of Different Obesity and Physical Activity Levels in Malaysia and Sri Lanka." *Journal of Physical Education and Sport* 20(1):338–43. doi: 10.7752/jpes.2020.s1047.

- Micheo, William, Luis Baerga, and Gerardo Miranda. 2012. "Basic Principles Regarding Strength, Flexibility, and Stability Exercises." *PM and R* 4(11):805–11. doi: 10.1016/j.pmrj.2012.09.583.
- Orooj, Munazzah, Supriya Awasthi, AdilAli Ansari, and Nida Imtiyaz. 2020. "Effect of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Functional Reach of Lower Extremity Using Y-Balance Test." *Saudi Journal of Sports Medicine* 20(1):6. doi: 10.4103/sjms.sjms_13_20.
- Otsuki, A., E. Fujita, S. Ikegawa, and M. Kuno-Mizumura. 2011. "Muscle Oxygenation and Fascicle Length during Passive Muscle Stretching in Ballet-Trained Subjects." *International Journal of Sports Medicine* 32(7):496–502. doi: 10.1055/s-0031-1275297.
- Paramurthi, I. A. Pascha, Luh Made Indah Sri Handari Adiputra, M. Ali Imron, Desak Made Wihandani, Made Muliarta, and Sugijanto -. 2018. "Kombinasi Latihan Hold Relax Dan Auto Myofascial Release Technique Lebih Menurunkan Nyeri Otot Betis Daripada Latihan Hold Relax Dan Auto Stretching Pada Karyawan Sales Promotion Girls (Spg) Di Lippo Mall Kuta Bali." *Sport and Fitness Journal* 6(2):1–10. doi: 10.24843/spj.2018.v06.i02.p01.
- Rajendran, Karthikeyan, Ilayaraja Alagia Thiruveenkadam, and Arunkumar Nedunchezhiyan. 2016. "Static Stretching Vs Hold Relax (Pnf) on Sustainability of Hamstring Flexibility in Sedentary Living College Students." *International Journal of Physiotherapy and Research* 4(2):1436–43. doi: 10.16965/ijpr.2016.113.
- Rani, Babina, and P. P. Mohanty. 2015. "A Comparison between Two Active Stretching Techniques on Hamstrings Flexibility in Asymptomatic Individuals." *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences* 14(4):12–16. doi: 10.9790/0853-144101216.
- Rogan, Slavko, Dirk Wüst, Thomas Schwitter, and Dietmar Schmidtbleicher. 2013. "Static Stretching of the Hamstring Muscle for Injury Prevention in Football Codes: A Systematic Review." *Asian Journal of Sport Medicine* 4(1):1–9.
- Schuback, Birgit, Julie Hooper, and Lisa Salisbury. 2004. "A Comparison of a Self-Stretch Incorporating Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Components and a Therapist-Applied PNF-Technique on Hamstring Flexibility." *Physiotherapy* 90(3):151–57. doi: 10.1016/j.physio.2004.02.009.
- Shoukat, Halima, Hafiz Sheraz Arshad, Faiza Sharif, Arooj Fatima, and Filza Shoukat. 2017. "Effects of Different Stretching Times on Range of Motion in Patients with Hamstring Tightness: A Randomised Control Trial." *Annals of King Edward Medical University* 23(4):554–59. doi: 10.21649/journal.akemu/2017/23.4.554.559.
- Wismanto. 2011. "Pelatihan Metode Active Isolated Stetching Lebih Efektif Daripada Contract Relax Stretching Dalam Meningkatkan Fleksibilitas Otot Hamstring." *Jurnal Fisioterapi* 11(1):77–92.
- Yadav, Harshita, and Anuradha Lehri. 2019. "Effect of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation on Flexibility in Males with Hamstring Tightness." *International Journal of Health Sciences and Research* 9(5):191–95.