

*Pemanfaatan Artificial Intelligence dalam Transformasi Inovasi
untuk Peningkatan Kualitas Kesehatan dan Daya Saing Ekonomi Digital*

**EFEKTIVITAS FRONT PLANK & HAMSTRING STRETCH DALAM MENGURANGI
INTENSITAS NYERI TERHADAP GANGGUAN LOW BACK PAIN PADA SISWA
SMA**

Leony Candra Wiredjo ⁽¹⁾, Deasy Virka Sari, Ftr., M.Fis ⁽²⁾, Mianti Nurriszky Sutejo, S.Fis., Ftr.,
M.P.H ⁽³⁾

⁽¹⁾Universitas Telogorejo Semarang

⁽²⁾Universitas Telogorejo Semarang

⁽³⁾Universitas Telogorejo Semarang

Email: 722017@stikestelogorejo.ac.id

ABSTRAK

Latar Belakang : *Low back pain (LBP)* merupakan rasa ketidaknyamanan pada punggung bagian bawah yang ditandai dengan rasa nyeri, ketegangan otot, serta kekakuan pada suatu area yang bisa menjalar ke ekstremitas bawah maupun tidak. Kondisi ini bisa disebabkan oleh duduk terlalu lama. Nyeri yang dialami penderita *LBP* bisa diberikan terapi latihan *front plank* dan *hamstring stretch*. **Tujuan :** Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas dari *front plank* dan *hamstring stretch* terhadap penurunan intensitas nyeri penderita *low back pain* pada siswa SMA. **Metode :** Penelitian ini menggunakan metode kuasi-eksperimental dengan *one group pre and post-test design*. Populasi dalam penelitian ini adalah siswa SMA Theresiana 1 Semarang. Total responden sebanyak 20 siswa dengan 19 siswa yang masuk dalam kriteria inklusi, dengan 3 siswa yang masuk dalam kriteria *dropout*. Total responden yang mengikuti penelitian hingga akhir adalah 16 siswa. Intervensi yang diberikan berupa *front plank* dan *hamstring stretch*, serta diukur intensitas nyerinya menggunakan alat ukur NRS. **Hasil :** Berdasarkan uji pengaruh yang dilakukan menggunakan uji *Wilcoxon Signed-Rank Test* ($p < 0,05$), didapatkan nilai $p = < 0,001$ yang berarti terdapat pengaruh signifikan dalam penurunan intensitas nyeri. **Kesimpulan :** Terdapat efektivitas *front plank* dan *hamstring stretch* dalam mengurangi intensitas nyeri terhadap gangguan *LBP* pada siswa SMA Theresiana 1 Semarang.

Kata Kunci : *Front Plank Exercise, Hamstring Stretch, Intensitas nyeri, Low Back Pain*

ABSTRACT

Background: *Low back pain (LBP)* is a feeling of discomfort in the lower back characterized by pain, muscle tension, and stiffness in an area that can radiate to the lower extremities or not. This condition can be caused by sitting in long period. The pain felt by LBP patients can be given front plank and hamstring stretch as their intervention.. **Purpose:** The purpose of this study was to determine the effectiveness of front plank and hamstring stretch on reducing pain intensity in low back pain sufferers in high school students. **Method:** This study used a quasi-experimental method with a one-group pre and post-test design. The population in this study were Theresiana 1 Semarang High School students. The total number of respondents was 20 students with 19 students who met the inclusion criteria, and 3 students were dropout. The total number of respondents who participated in the study until the end was 16 students. The interventions provided were front plank and hamstring stretch, also the pain intensity was measured using NRS. **Results:** Based on the hypothesis test using *Wilcoxon Signed-Rank Test* ($p < 0.05$), the p value was obtained = < 0.001 , which means there is a significant effect in reducing pain intensity. **Conclusion:** There is effectiveness of front plank and hamstring stretch in reducing pain intensity against LBP disorders in students of Theresiana 1 High School Semarang.

Keywords : *Front Plank Exercise, Hamstring Stretch, Pain Intensity, Low Back Pain*

*Pemanfaatan Artificial Intelligence dalam Transformasi Inovasi
untuk Peningkatan Kualitas Kesehatan dan Daya Saing Ekonomi Digital*

PENDAHULUAN

Low Back Pain (LBP) merupakan rasa ketidaknyamanan pada punggung bagian bawah yang ditandai dengan nyeri, ketegangan otot, dan kekakuan pada suatu area yang bisa menjalar ke ekstremitas bawah atau tidak. Penelitian lainnya juga mendefinisikan *LBP* sebagai sindroma nyeri pada punggung bawah dan paha proksimal dengan atau tanpa nyeri kaki dan merupakan *work-related musculoskeletal disorders* (Pangestuti, 2021). Berdasarkan durasi nyeri *LBP* atau perjalanan nyeri yang terjadi, gangguan ini bisa terbagi menjadi akut dengan durasi nyeri kurang dari 6 minggu. Kemudian, subakut memiliki durasi nyeri sekitar 6-12 minggu. Serta nyeri kronis yang ditandai dengan durasi nyeri lebih dari 12 minggu dan nyeri kekambuhan yang posisinya sama tetapi terdapat periode hilang dan timbulnya nyeri (Putri & Saftarina, 2025). Sedangkan menurut penyebab nyerinya, *LBP* terdiri dari beberapa macam, yaitu yang sering ditemukan adalah *neurogenic* dan *myogenic*. *LBP neurogenic* terjadi karena adanya kompresi dan peradangan akar saraf tulang belakang yang biasanya ditandai dengan adanya nyeri dan mati rasa atau kesemutan (Kusumastuti, 2021). Pada *LBP myogenic*, pasien biasanya mengalami kelemahan atau ketegangan otot akibat posisi tubuh yang tidak benar atau teregang berlebihan (Kim & Yim, 2020).

Utamanya, penyebab *LBP* adalah postur tubuh yang buruk saat melakukan aktivitas duduk, berdiri, serta mengangkat beban berat (Gupta & Alok, 2020). Bahkan tingkat fleksibilitas otot yang menurun, postur tubuh yang buruk, duduk terlalu lama, serta kelelahan bisa mengakibatkan pengerahan tenaga dan pembebanan yang tidak merata, serta peningkatan tonus otot yang menyebabkan ketidakseimbangan ritme *lumbopelvic* hingga nyeri pun terjadi (Labecka *et al.*, 2024).

Pada kasus *LBP*, gejala yang sering ditemukan adalah nyeri yang membuat fisioterapi memiliki peranan penting dalam mengurangi nyeri dengan terapi latihan dan peregangan.

Front plank exercise adalah bentuk latihan isometrik yang dilakukan dengan mengangkat tubuh dan bertumpu pada siku, lengan bawah, dan jari-jari kaki. Keselarasan kepala, badan, dan tungkai bawah juga perlu dijaga tetap lurus ketika latihan ini dilakukan. Bentuk latihan ini bisa membantu menurunkan nyeri dan meningkatkan kemampuan fungsional seseorang yang mengalami gangguan *LBP* (Eimiller *et al.*, 2025). *Front plank* juga dapat membantu memperbaiki postur tubuh dengan memperkuat punggung, dada, perut, bahu, bahkan leher (Paul *et al.*, 2023). Dalam penelitian lainnya, peregangan atau *stretching* juga digunakan oleh banyak tenaga kesehatan untuk mencegah cedera dan meningkatkan kinerja (Kim & Yim, 2020). *Hamstring stretching* menjadi salah satu penatalaksanaan terapi yang dianjurkan untuk mencegah dan mengobati *LBP* dengan berbaring terlentang dan mengangkat satu kaki ke arah dada dengan tangan di belakang lutut, kemudian luruskan perlahan serta tahan 10-30 detik (Kumar *et al.*, 2024). Panjang otot *hamstring* perlu dipertahankan normal agar kelengkungan tulang belakang tetap netral selama aktivitas sehari-hari (Labecka *et al.*, 2024).

Penelitian oleh Labecka *et al.* (2024) juga menyiratkan bahwa prevalensi *LBP* meningkat selama 20 tahun terakhir ini dan banyak ditemukan pada anak-anak muda. Menurut Cahyani *et al.* (2024), tingkat terjadinya *LBP* pada kelompok usia 14-16 tahun tercatat 51,9% serta pada kelompok usia 17-20 tahun tercatat persentase lebih tinggi, yaitu 71,2%. Masa remaja menurut WHO (World Health Organization) adalah masa peralihan dari anak-anak menuju dewasa, yang dimulai dari umur 10 tahun hingga 19 tahun (Ratnaeni *et al.*, 2026).

Pemanfaatan Artificial Intelligence dalam Transformasi Inovasi untuk Peningkatan Kualitas Kesehatan dan Daya Saing Ekonomi Digital

Aktivitas utama remaja yang bersekolah didominasi oleh duduk dalam durasi yang lama selama proses pembelajaran. Duduk dalam durasi yang lama dan dengan posisi yang salah dapat mengakibatkan gangguan *LBP* (Alifa *et al.*, 2023). *LBP* miogenik biasanya disebabkan oleh duduk dalam waktu lama, postur belajar yang tidak tepat, dan membungkuk (Cahyani *et al.*, 2024).

Pada penelitian kali ini, intervensi yang diberikan akan lebih berfokus pada kombinasi *front plank exercise* dan *hamstring stretch*. Serta sampel untuk penelitian kali ini akan diambil pada kelompok usia remaja atau lebih tepatnya pada siswa-siswi SMA. Hal ini berbeda dengan beberapa penelitian terdahulu yang menggunakan berbagai latihan kekuatan otot inti dan peregangan yang tidak berfokus pada otot *hamstring* saja, serta sampel penelitian yang diambil pada pekerja kantoran. Dengan kuesioner *MSDs* yang dibagikan kepada 106 murid di SMA Theresiana 1 Semarang untuk mengetahui gangguan muskuloskeletal yang dirasakan pada siswa SMA, didapatkan hasil bahwa 40 siswa (37%) mengeluhkan adanya nyeri pada pinggang. Penelitian ini secara khusus bertujuan untuk mengetahui efektivitas pemberian terapi latihan *front plank* dan *hamstring stretch* dalam mengurangi intensitas nyeri pasien dengan gangguan *LBP*.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuasi-eksperimental dengan menerapkan desain penelitian “*One Group Pre-test and Post-test Design*”. Desain penelitian kali ini hanya melakukan eksperimen pada satu kelompok yang dipilih sesuai kriteria dengan intervensi yang diberikan (Arikunto, 2006), yaitu *front plank* dan *hamstring stretch*. Penelitian ini dilakukan dengan teknik analisis deskriptif terhadap siswa-siswi SMA Theresiana 1 Semarang. Teknik pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling*

dengan memilih siswa-siswi dari SMA Theresiana 1 Semarang yang bersedia mengisi kuesioner *MSDs* (*Musculoskeletal Disorders*) dan memenuhi kriteria inklusi seperti rentang usia 15-18 tahun, intensitas nyeri *NRS* 1-6, positif dalam pemeriksaan *Thomas Test*, dan terdapat spasme otot area lumbal. Selain itu, terdapat kriteria eksklusi seperti riwayat operasi tulang belakang maupun area abdomen, riwayat fraktur tulang belakang, ekstremitas atas dan bawah, sedang mengalami cedera akut, memiliki cacat fisik atau kelainan struktur tulang belakang. Terdapat total 20 responden yang masuk dalam kriteria inklusi, namun terdapat 3 siswa yang harus masuk dalam kriteria *dropout* dan 1 siswa mengundurkan diri. Penelitian dilakukan pada 30 Maret – 22 April 2026 dan sudah lolos uji etik penelitian

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Responden

<u>Variabel</u>	<u>N</u>	<u>Persentase</u>
Jenis Kelamin		
Perempuan	10	62.5 %
Laki - Laki	6	37.5%
Usia		
15 tahun	8	50%
16 tahun	2	12.5%
17 tahun	6	37.5%
IMT		
<i>Underweig ht</i>	3	18.3%
Normal	9	56.3%
<i>Overweight</i>	4	25%
Durasi Duduk		
6 jam	10	62.5%
5 jam	6	37.5%

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, peneliti mendistribusikan seluruh responden berdasarkan karakteristiknya. Pada penelitian ini,

Pemanfaatan Artificial Intelligence dalam Transformasi Inovasi untuk Peningkatan Kualitas Kesehatan dan Daya Saing Ekonomi Digital

responden berjenis kelamin perempuan berjumlah lebih banyak, yaitu 10 siswa dengan persentase 62,5%. Dari data yang telah didapatkan, bisa dikatakan bahwa terdapat pengaruh karakteristik jenis kelamin terhadap faktor risiko terjadinya *LBP*. Dalam beberapa penelitian terdahulu, *LBP* pada perempuan memang lebih banyak ditemukan, terutama ketika sedang dalam masa menstruasi. Ketika menstruasi terjadi, beberapa hormon akan meningkat dan merangsang reseptor nyeri (Pandjukang *et al.*, 2020). Pada penelitian kali ini, siswa yang berusia 15 tahun lebih banyak dibandingkan dengan kelompok usia lainnya, yang menunjukkan bahwa *LBP* tidak selalu menyerang orang-orang berusia 40 tahun ke atas. Angka prevalensi terjadinya *LBP* pada usia remaja sudah banyak ditemukan mulai dari usia 10-13 tahun yang mencapai persentase 31%, serta meningkat pada usia 14-16 tahun menjadi 51,9% (Fernando & Roepajadi, 2021).

Karakteristik responden berdasarkan IMT terbagi menjadi 3 bagian, dengan 9 siswa yang persentasenya 56,3%, mempunyai IMT yang normal. Beberapa penelitian terdahulu mengatakan bahwa IMT yang berlebih sering kali menjadi faktor penyebab *LBP*. Penekanan pada tulang belakang yang lebih tinggi dan rasa tidak nyaman akan muncul pada area pinggang ketika berat badan berlebih (Cahyani *et al.*, 2024). Namun, faktor IMT memiliki kontribusi minimal terhadap kelelahan otot rangka pada seseorang yang mengalami *LBP* dibandingkan dengan faktor risiko lainnya. Selanjutnya, karakteristik responden berdasarkan durasi duduk terbagi menjadi dua bagian. Sebanyak 10 siswa dengan persentase 62,5% dalam penelitian ini duduk selama 6 jam yang menunjukkan bahwa durasi duduk yang lebih lama bisa menyebabkan *LBP*. Penelitian oleh Fadhil *et al.* (2026) menyatakan bahwa posisi duduk merupakan aktivitas berulang yang dapat membebani tulang belakang. Akibat aktivitas ini, otot-otot pada tulang belakang

dan inti tubuh akan melemah, yang akhirnya dapat menyebabkan *LBP*. Otot-otot tubuh bagian posterior akan selalu berkontraksi secara isometrik saat aktivitas duduk dilakukan. Selain itu, ketegangan otot *hamstring* dan beberapa otot penopang panggul yang melemah akibat dari otot-otot tubuh bagian posterior yang berkontraksi terus-menerus bisa menyebabkan *LBP*. Durasi duduk yang lama menjadi salah satu faktor utama

penyebab *LBP* pada usia remaja SMA (Cahyani *et al.*, 2021).

Tabel 2. Data Nilai NRS Responden

Nilai	Pre-test	Post-test	Selisi h
Maks	6	3	3
Min.	3	0	3
Rata-rata	4.50	1.25	3.25
SD	1.09 5	1.23 8	0.143

Hasil penelitian mengenai perubahan intensitas nyeri yang menggunakan alat ukur *NRS* pada siswa SMA sebelum dan setelah diberikan intervensi mendapatkan hasil maksimum pada *pre-test* dengan nilai 6 dan *post-test* bernilai 3. Serta pada intensitas nyeri minimum *pre-test* bernilai 3 dan pada *post-test* mendapat nilai 0. Sehingga, hasil selisih 3 angka didapatkan pada *pre-test* dan *post-test*. Nilai rata-rata dari penilaian intensitas nyeri *pre-test* sebesar 4,50 dan *post-test* sebesar 1,25, sehingga mendapat selisih rata-rata sebesar 3,25. Selain itu, nilai deviasi standarnya pada *pre-test* adalah 1,095 dan pada *post-test* 1,238, sehingga selisih yang didapat adalah 0,143.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas

**Pemanfaatan Artificial Intelligence dalam Transformasi Inovasi
untuk Peningkatan Kualitas Kesehatan dan Daya Saing Ekonomi Digital**

Uji Shapiro-wilk	NRS
Pre-test	0.025
Post-test	0.004
Keterangan	Tidak normal

Dari penelitian ini, karena semua responden yang mengikuti penelitian berjumlah 16 siswa, uji normalitas yang dilakukan menggunakan uji *Shapiro-Wilk*. Nilai signifikansi untuk uji normalitas pada *pre-test* yaitu 0,025. Serta nilai signifikansi yang didapatkan pada *post-test* lebih kecil, yaitu sebesar 0,004. Berdasarkan uji normalitas pada data penelitian ini, didapatkan bahwa interpretasi data tidak terdistribusi normal. Oleh karena itu, akan dilakukan uji nonparametrik untuk menguji pengaruhnya.

Tabel 4. Hasil Uji Homogenitas

Uji <i>Levene</i>	Pre-test	Post-test
Usia	0.359	0.029
Jenis kelamin	0.110	0.033
IMT	0.974	0.832
Durasi duduk	0.180	0.011

Selain itu, dilakukan uji homogenitas pada tiap faktor risiko yang memengaruhi terjadinya *LBP*. Faktor risiko yang diuji homogenitasnya adalah usia, jenis kelamin, IMT, serta durasi duduk saat sekolah. Uji homogenitas dilakukan menggunakan uji *Levene*. Uji yang dilakukan menunjukkan bahwa sebelum intervensi, semua faktor menunjukkan nilai $p > 0,05$. Hal itu ditunjukkan pada faktor usia mendapat nilai $p = 0,359$, lalu faktor jenis kelamin mendapat nilai $p = 0,110$. Serta faktor IMT dan durasi duduk juga mendapatkan nilai signifikansi $p = 0,974$ pada IMT dan $p = 0,180$ pada durasi duduk. Sehingga, semua hasil bersifat homogen pada saat *pre-test*. Namun, hasil uji *Levene* pada *post-test* menunjukkan nilai signifikansi kurang dari 0,05 kecuali pada faktor IMT. Pada faktor

IMT nilai $p = 0,832$ yang menunjukkan bahwa pada faktor IMT data bersifat homogen juga pada *post-test*. Sedangkan, pada faktor usia mendapat nilai $p = 0,029$, lalu jenis kelamin mendapat nilai $p = 0,033$. Bahkan, faktor durasi duduk juga mendapat nilai $p = 0,011$ yang menunjukkan bahwa data tidak bersifat homogen.

Tabel 5. Hasil Uji Pengaruh

Uji Wilcoxon Signed-rank				
N	Mean		Sig (2-tailed)	Kesimpulan
	Pre-test	Post-test		
16	4.50	1.25	<0.001	Ha diterima

Uji hipotesis pada intensitas nyeri sebelum dan sesudah perlakuan pada satu kelompok menggunakan uji nonparametrik, yaitu *Wilcoxon signed-rank test*. Uji pengaruh yang dilakukan menunjukkan bahwa intensitas nyeri di awal dan akhir mendapatkan nilai $p = < 0,001$, yang artinya nilai signifikansinya $< 0,05$. Hasil rata-rata yang didapatkan dari uji pengaruh pada *pre-test* adalah 4,50 dan pada *post-test* adalah 1,25. Dari analisis data ini, dapat disimpulkan bahwa H_a diterima, yang artinya pemberian intervensi terapi latihan *front plank* dan *hamstring stretch* efektif dalam mengurangi intensitas nyeri *LBP* pada siswa SMA.

Pada penelitian ini, penyebab terjadinya *LBP* paling sering dikaitkan dengan beberapa faktor risiko seperti jenis kelamin perempuan dan durasi aktivitas duduk yang lama. Aktivitas berulang inilah yang akan memberikan efek pada melemahnya otot inti tubuh, bahkan bisa mengakibatkan ketegangan otot *hamstring*. Dengan menurunnya kekuatan otot inti tubuh, otot-otot yang berfungsi menopang panggul susah menjaga posisi netral, seperti *erector spinae*, *hamstring*, dan *gluteus maximus* (Roach et al., 2015). Untuk mengatasi hal tersebut, perlu adanya latihan untuk meningkatkan kekuatan otot inti tubuh dan mengurangi ketegangan otot *hamstring*.

Pemanfaatan Artificial Intelligence dalam Transformasi Inovasi untuk Peningkatan Kualitas Kesehatan dan Daya Saing Ekonomi Digital

Berdasarkan analisis data uji normalitas pada penelitian ini, *pre-test* dan *post-test* mendapatkan hasil $p < 0.05$, sehingga data tidak terdistribusi normal, sehingga uji hipotesis yang digunakan adalah uji nonparametrik. Pada uji *Wilcoxon signed-rank* yang dilakukan, hasil yang didapatkan adalah $p = > 0.001$ yang bermakna terdapat pengaruh yang signifikan pada pengukuran awal dan hasil evaluasi. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Gupta & Alok (2020) yang berpendapat bahwa latihan *plank* akan menguatkan otot inti tubuh, membentuk otot tubuh, dan membantu postur tubuh lebih selaras. Sehingga tingkatan nyeri *LBP* berkurang dan resiko kecacatan juga berkurang (Topçu *et al.*, 2022). Selain itu, *hamstring stretch* juga membantu dalam menambah fleksibilitas otot *hamstring* hingga area punggung bawah yang akan membantu stabilitas pelvik dan mengurangi kemiringan panggul ke posterior (Dopico *et al.*, 2025). Penelitian Fasuyi *et al.* (2017) juga mengatakan bahwa terdapat pemendekan otot *hamstring* pada pasien *LBP* yang berujung pada kemiringan panggul. Sehingga, pemberian *hamstring stretching* juga membantu mengurangi intensitas nyeri *LBP*.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dengan judul “Efektivitas *Front Plank & Hamstring Stretch* dalam Mengurangi Intensitas Nyeri Terhadap Gangguan *Low Back Pain* pada Siswa SMA” didapatkan hasil uji nonparametrik *Wilcoxon signed-rank test* dengan nilai $p = < 0,001$ ($p < 0,05$). Hasil ini menunjukkan bahwa hipotesis diterima dan intervensi yang diberikan efektif dalam menurunkan intensitas nyeri pada 16 responden penelitian yang merupakan siswa SMA Theresiana 1 Semarang. Intensitas nyeri diukur menggunakan alat ukur *NRS* untuk *pre-test* dan *post-test* nya. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa

terdapat efektivitas dalam pemberian *front plank* dan *hamstring stretch* terhadap penurunan intensitas nyeri pada siswa SMA dengan gangguan *LBP*.

Saran

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa keterbatasan, yaitu adanya responden yang tidak dapat mengikuti seluruh rangkaian intervensi sesuai dengan jadwal, sehingga termasuk dalam kriteria *dropout*. Kemudian, ukuran sampel dalam penelitian ini terbatas. Lalu, penelitian ini tidak menggunakan kelompok pembanding, sehingga membatasi peneliti untuk membandingkan efektivitas antara intervensi A dan B yang lebih berpengaruh. Serta, waktu penelitian yang terbatas atau terlalu singkat dan penelitian ini hanya berfokus pada perubahan intensitas nyeri tanpa memeriksa faktor eksternal lainnya. Sehingga, saran untuk penelitian selanjutnya dapat meningkatkan jumlah sampel, menambahkan satu kelompok pembanding, melakukan penelitian dalam durasi yang lebih panjang, serta dapat meneliti faktor eksternal lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aksoy, M. K. (2026). Exercise approaches in obese individuals with physical limitations. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. DOI: 10.5606/tftrd.2026.17710
- Birman, Y., Rinaldi, A., & Luqmanul Insan Fadhil, A. (2026). Hubungan posisi duduk dan lama duduk pada nyeri punggung bawah. *Nusantara Hasana Journal*, 5(8), 104–112.
<https://doi.org/10.59003/nhj.v5i8.1821>
- Cahyani, U., Maratis, J., & Wibowo, E. (2024). Hubungan sikap belajar online terhadap disabilitas low back pain myogenik di SMA Negeri 5 Kab. Tangerang: Indonesia. *Jurnal Ilmiah Fisioterapi*, 7(2), 31–40.
DOI: <https://doi.org/10.36341/jif.v7i2.4110>
- Dopico, P. J., Zucker-Levin, A., Singal, K., & Mihalko, W. M. (2026). A subject-

**Pemanfaatan Artificial Intelligence dalam Transformasi Inovasi
untuk Peningkatan Kualitas Kesehatan dan Daya Saing Ekonomi Digital**

specific surface EMG model for estimating L4/L5 compressive loading. *Bioengineering*, 13(1), 70. DOI : <https://doi.org/10.3390/bioengineering13010070>

Eimiller, K., LeFevre, L., Robarge, C., Strano, C., Tarbrake, K., & Wittmann, I. (2025). The core of the issue: Plank performance and pain in the lower back. *Journal of Clinical Medicine*, 14(11), 3926. DOI : <https://doi.org/10.3390/jcm14113926>

Fasuyi, F. O., Fabunmi, A. A., & Adegoke, B. O. (2017). Hamstring muscle length and pelvic tilt range among individuals with and without low back pain. *Journal of bodywork and movement therapies*, 21(2), 246-250. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2016.06.002>

Fernando, A. K., & Roepajadi, J. (2021). Hubungan aktivitas fisik terhadap keluhan low back pain pada siswa SMA Muhammadiyah 3 Surabaya di masa pandemi Covid-19. *Jurnal Kesehatan Olahraga*, 9(03), 241–250. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-kesehatan-olahraga/article/download/41266/35646>

Gupta, G., & Alok, M. (2020). Effectiveness of plank exercise in low back pain. *International Journal of Science and Research*, 9(5). DOI: 10.21275/SR201011145832

Kamaruddin, I., Arsyad, A. N., Firman, M. F. Z., & Muhabbah, A. I. (2026). Validity of the sit and reach test for hamstring and low back flexibility: A systematic review. *COMPETITOR: Jurnal Pendidikan Kepelatihan Olahraga*, 18(1), 13–25.

DOI: <https://doi.org/10.26858/cpjok.v18i1.468>

Kim, B., & Yim, J. (2020). Core stability and hip exercises improve physical function and activity in patients with non-specific low back pain: A randomized controlled trial. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 251(3), 193–206. DOI <https://doi.org/10.1620/tjem.251.193>

Labecka, M. K., Plandowska, M., Truszczyńska-Baszak, A., Rajabi, R., Płaszewski, M., & Różańska, D. (2024). An eight-week randomized controlled trial of active mobilization of the hamstrings for non-specific low back pain and musculoskeletal discomfort during prolonged sitting among young people: Study protocol. *Journal of Clinical Medicine*, 13(14), 4161. DOI : <https://doi.org/10.3390/jcm13144161>

Pandjukang, A., Br. Damanik, E., & Hutasoit, R. (2020). Hubungan usia dan jenis kelamin pada penderita nyeri punggung bawah (low back pain) dengan komorbid diabetes melitus di RSUD Prof. Dr. W. Z. Johannes Kupang tahun 2018. *Cendana Medical Journal*, 8(2), 9–15. DOI : <https://doi.org/10.35508/cmj.v8i2.3332>

Paul, J., Mariselvam, T., Sathya, P., & Thomas, A. (2023). Effect of plank exercise and dead bug exercise among patients with low back pain. *International Journal of Medical and Exercise Science*, 9(2), 1509–1520. DOI : <https://doi.org/10.36678/IJMAES.2023.V09I02.005>

Pangestuti, B., Agustini, D., & Citrawati, M. (2020). Pengaruh sikap kerja, beban kerja yang dibawa, indeks massa tubuh dan fleksibilitas lumbal terhadap keluhan nyeri punggung bawah pada buruh angkut di Pasar Induk Jakarta Timur. *Jurnal Profesi Medika: Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan*, 14(1), 82-85. <https://repository.upnvj.ac.id/11346/31/ARTIKEL%20KI.pdf>

Putri, R. A. (2025). Hubungan antara tingkat lemak visceral, status gizi, dan obesitas sentral dengan kejadian low back pain pada pengemudi ojek online di Kota Bandar Lampung. URI : <http://digilib.unila.ac.id/id/eprint/83423>.

Roach, S. M., San Juan, J. G., Suprak, D. N., Lyda, M., Bies, A. J., & Boydston, C. R. (2015). Passive hip range of motion is reduced in active subjects with chronic low back pain compared to controls. *International journal of sports*

***Pemanfaatan Artificial Intelligence dalam Transformasi Inovasi
untuk Peningkatan Kualitas Kesehatan dan Daya Saing Ekonomi Digital***

physical therapy, 10(1), 13.

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4325283/>

Shafia, A., Ismunandar, H., Putri, G. T., & Saftarina, F. . (2025). Low Back Pain as a Global Burden: Biopsychosocial Strategies in the Management of Lower Back Pain. *Medical Profession Journal of Lampung*, 15(2), 384-392.

<https://doi.org/10.53089/medula.v15i2.1631>

1