PENGARUH *MUSCLE ENERGY TECHNIQUES* DAN *ULTRASOUND* TERHADAP PENINGKATAN *RANGE OF MOTION* DAN KEMAMPUAN FUNGSIONAL PADA KASUS *MYOFASCIAL TRIGGER POINT* OTOT *QUADRICEPS* DI KLINIK THE BALI PHYSIO

Muhammad Hanif Ramadhan[1*], Raden Eko Legstyanto[2], Ida Aryani Pasaribu[3]

[123]STIKes Siti Hajar, Medan, Indonesia
Email: haniframadhan110@gmail.com
(: corresponding author)*

Abstrak. Latar Belakang: Sendi lutut merupakan artikulasi penopang beban tubuh yang memiliki peran krusial dalam menunjang mobilitas fungsional manusia. Keberadaan *Myofascial Trigger Point* (MTrP) pada otot *Quadriceps* memicu hambatan neurotransmisi yang berakibat pada penurunan ambang nyeri, defisit kekuatan otot, serta penurunan *Range of Motion* (ROM) fleksi lutut akibat pemendekan sarkomer secara persisten yang mengganggu kemampuan fungsional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemberian *Muscle Energy Techniques* (METs) dan *Ultrasound* terhadap peningkatan *Range of Motion* dan kemampuan fungsional pada kasus *Myofascial Trigger Point* otot *Quadriceps* di Klinik The Bali Physio. **Metode:** Penelitian menggunakan desain kuantitatif pra-eksperimental dengan rancangan *One Group Pre-test and Post-test Design* melalui teknik *total sampling* terhadap 20 responden di Klinik The Bali Physio pada bulan September 2026. Pengukuran ROM fleksi lutut dilakukan menggunakan goniometer universal dan kemampuan fungsional dinilai menggunakan *Kujala Scoring Questionnaire* (AKPS), kemudian dianalisis menggunakan uji normalitas *Shapiro-Wilk* dan uji *Paired Sample t-Test*. **Hasil:** Terdapat peningkatan yang signifikan secara statistik antara sebelum dan sesudah intervensi pada variabel ROM fleksi lutut (dari rerata 103,55° menjadi 131,00°; peningkatan 27,45°; t = -12,744; p < 0,001) maupun skor kemampuan fungsional Kujala (dari rerata 82,30 menjadi 91,45; peningkatan 9,15 poin; t = -11,136; p < 0,001). **Kesimpulan:** Pemberian kombinasi *Ultrasound* dan *Muscle Energy Techniques* berpengaruh signifikan secara statistik dan bermakna secara klinis terhadap peningkatan *Range of Motion* fleksi lutut serta kemampuan fungsional pada pasien *Myofascial Trigger Point* otot *Quadriceps* di Klinik The Bali Physio.

Kata Kunci: Kemampuan Fungsional, *Muscle Energy Techniques*, *Myofascial Trigger Point*, *Quadriceps*, *Range of Motion*, *Ultrasound*

Abstract. Background: *The knee joint is a weight-bearing articulation that plays a crucial role in supporting human functional mobility. The presence of Myofascial Trigger Points (MTrPs) in the Quadriceps muscle triggers neurotransmission inhibition, resulting in a lowered pain threshold, muscle strength deficits, and decreased knee flexion Range of Motion (ROM) due to persistent sarcomere shortening that impairs functional ability. This study aimed to analyze the effect of Muscle Energy Techniques (METs) and Ultrasound on improving Range of Motion and functional ability in cases of Quadriceps muscle Myofascial Trigger Point at Klinik The Bali Physio.* ***Methods:*** *A quantitative pre-experimental One Group Pre-test and Post-test Design was conducted using total sampling of 20 respondents at Klinik The Bali Physio in September 2026. Knee flexion ROM was measured using a universal goniometer and functional ability was assessed using the Kujala Scoring Questionnaire (AKPS), then analyzed using the Shapiro-Wilk normality test and Paired Sample t-Test.* ***Results:*** *A statistically significant improvement was found between pre-test and post-test measurements in both knee flexion ROM (from a mean of 103.55° to 131.00°; an increase of 27.45°; t = -12.744; p < 0.001) and Kujala functional ability scores (from a mean of 82.30 to 91.45; an increase of 9.15 points; t = -11.136; p < 0.001).* ***Conclusion:*** *The combination of Ultrasound and Muscle Energy Techniques has a statistically significant and clinically meaningful effect on improving knee flexion Range of Motion and functional ability in patients with Quadriceps muscle Myofascial Trigger Points at Klinik The Bali Physio.*

Keywords: *Functional Ability, Muscle Energy Techniques, Myofascial Trigger Point, Quadriceps, Range of Motion, Ultrasound*

Submitted: 12/10/2026; Revised: 03/11/2026; Accepted: 11/11/2026; Published: 23/11/2026

1. PENDAHULUAN

Sendi lutut merupakan artikulasi penopang beban tubuh yang memiliki peran krusial dalam menunjang mobilitas fungsional manusia, mulai dari aktivitas ambulasi dasar seperti duduk, jongkok, berdiri, hingga aktivitas olahraga dengan intensitas tinggi (Neumann, 2017). Stabilitas sekaligus kapabilitas mekanis struktur ini sangat bergantung pada integritas jaringan miofasial di sekitarnya, khususnya kompleks otot *Quadriceps Femoris* yang memegang peranan sebagai penggerak utama fase ekstensi serta stabilisator aktif bagi tulang patela.

Dalam lingkup global, *Myofascial Pain Syndrome* (MPS) muncul sebagai salah satu etiologi patologis primer dalam gangguan muskuloskeletal yang menyerang populasi usia produktif (30–60 tahun) dengan prevalensi signifikan pada wanita (65%) dibandingkan pria (37%), serta melonjak drastis hingga mencapai 85% pada populasi lansia berusia di atas 65 tahun (Bordoni et al., 2025). Khusus pada area ekstremitas inferior, *Myofascial Trigger Points* (MTrPs) aktif paling dominan teridentifikasi pada otot *hamstrings* (30%), *gastrocnemius* (25%), serta *quadriceps* (18%) (Sánchez-Romero et al., 2020). Di Indonesia, data Riset Kesehatan Dasar mencatat prevalensi penyakit sendi secara nasional mencapai 7,3% dan melampaui 26% pada kelompok populasi di atas 55 tahun (Kementerian Kesehatan RI, 2018), sementara prevalensi gangguan muskuloskeletal pada pekerja berkisar antara 40% hingga 85%, termasuk keluhan nyeri lutut yang mencapai 65% pada petugas kebersihan dan 55% pada petani (Maznah, 2025). Pembebanan mekanis repetitif juga mendominasi pada populasi olahragawan, di mana morfologi luas penampang (*Cross-Sectional Area*) otot *Quadriceps Femoris* berhubungan signifikan dengan kekuatan ekstensor lutut serta tingkat fungsi dan keluhan nyeri pada sendi lutut (Putri et al., 2026).

Secara patofisiologis, pembentukan MTrP pada otot *Quadriceps* dijelaskan melalui hipotesis krisis energi terintegrasi, yang diawali oleh pelepasan asetilkolin secara berlebihan di *motor end-plate* sehingga memicu depolarisasi membran otot secara persisten dan pelepasan ion kalsium (Ca^{2+}) dari retikulum sarkoplasma (Simons et al., 1999). Ketersediaan kalsium yang berkelanjutan memaksa sarkomer tetap berkontraksi membentuk *taut band* yang menekan kapiler darah lokal dan memicu kondisi iskemia serta hipoksia jaringan. Iskemia ini mengakibatkan kegagalan produksi *adenosine triphosphate* (ATP) untuk memompa kembali ion kalsium ke retikulum sarkoplasma, diikuti pelepasan mediator inflamasi dan substansi algogenik (sitokin, bradikinin, dan substansi P) yang mensensitisasi nosiseptor serta menimbulkan nyeri lokal, nyeri rujukan (*referred pain*) ke arah anterior lutut, dan keterbatasan *Range of Motion* (ROM) fleksi lutut (Gerwin et al., 2004; Dommerholt & Fernández-de-las-Peñas, 2018). Keterbatasan ruang gerak sendi akibat *muscle guarding* dan spasme ini secara langsung mengganggu kemampuan fungsional pasien dalam melakukan aktivitas hidup sehari-hari.

Untuk mengatasi problematika tersebut, pendekatan fisioterapi berbasis bukti mengombinasikan modalitas elektroterapi dan terapi manual berupa *Ultrasound* (US) dan *Muscle Energy Techniques* (METs). Gelombang suara frekuensi tinggi pada *Ultrasound* menembus jaringan dalam untuk memberikan efek termal (*micromassage*) yang meningkatkan vaskularisasi, elastisitas kolagen, serta meredakan nyeri lokal sehingga meningkatkan luas gerak sendi lutut (Sartoyo et al., 2023). Selanjutnya, METs dengan metode *Post-Isometric Relaxation* (PIR) memanfaatkan kontraksi isometrik submaksimal untuk menstimulasi *Golgi Tendon Organ* (GTO) yang menghambat *muscle spindle* melalui mekanisme *autogenic inhibition*, sehingga merelaksasikan otot yang spasme dan meregangkan *taut band* pada MTrP otot *Quadriceps* secara aman (Chaitow, 2006; Pradita et al., 2021).

Berdasarkan survei awal di Klinik The Bali Physio, Cilandak Timur, Jakarta Selatan, teridentifikasi 20 pasien dengan diagnosis *Myofascial Trigger Point* otot *Quadriceps* dalam kurun waktu satu bulan terakhir yang mengeluhkan nyeri saat menaiki tangga, duduk lama, maupun berolahraga seperti padel dan lari jarak jauh. Berdasarkan tinjauan pustaka dan kerangka berpikir klinis tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemberian kombinasi *Muscle Energy Techniques* dan *Ultrasound* terhadap

Submitted: 12/10/2026; Revised: 03/11/2026; Accepted: 11/11/2026; Published: 23/11/2026

peningkatan *Range of Motion* (ROM) fleksi lutut dan kemampuan fungsional pada kasus *Myofascial Trigger Point* otot *Quadriceps* di Klinik The Bali Physio.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain kuantitatif pra-eksperimental dengan rancangan *One Group Pre-test and Post-test Design* ($O^1 \rightarrow X \rightarrow O^2$). Penelitian dilaksanakan di Klinik The Bali Physio, Cilandak Timur, Jakarta Selatan, pada bulan September 2026. Prosedur penelitian telah melalui tahapan perizinan administratif serta persetujuan *informed consent* dari seluruh subjek penelitian dengan menerapkan prinsip etika kerahasiaan (*confidentiality*), anonimitas (*anonymity*), dan keselamatan pasien (*patient safety*).

Populasi dan sampel dalam penelitian ini adalah seluruh pasien yang berkunjung ke Klinik The Bali Physio dan terdiagnosa mengalami *Myofascial Trigger Point* pada otot *Quadriceps* melalui palpasi klinis (*taut band*, *exquisite tenderness*, *referred pain*, dan *local twitch response*) tanpa komplikasi fraktur patelofemoral maupun kontraindikasi modalitas. Teknik pengambilan sampel menggunakan *total sampling* dengan besaran sampel sebanyak 20 responden (N = 20) sesuai rekomendasi ukuran sampel eksperimen klinis variabel kontinu oleh Whitehead et al. (2016).

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kombinasi intervensi *Ultrasound* dan *Muscle Energy Techniques*, sedangkan variabel terikat meliputi *Range of Motion* (ROM) fleksi lutut aktif dan kemampuan fungsional. Pengukuran ROM fleksi lutut dilakukan menggunakan goniometer universal dalam satuan derajat (°) pada posisi tengkurap (*prone lying*) dengan titik tumpu pada epikondilus lateral femur (Norkin & White, 2016; Acar et al., 2024). Penilaian kemampuan fungsional dilakukan menggunakan kuesioner *Kujala Scoring Questionnaire* atau *Anterior Knee Pain Scale* (AKPS) versi Bahasa Indonesia yang terdiri dari 13 item pertanyaan dengan rentang total skor 0–100 dan reliabilitas tes-retes ICC = 0,996 (Kujala et al., 1993; Mustamsir et al., 2020).

Program intervensi diberikan sebanyak 3 kali seminggu selama 2 minggu dengan total 6 sesi perlakuan (Pradita et al., 2021). Pada setiap sesi, subjek terlebih dahulu diberikan *Ultrasound* pada area MTrP aktif otot *Quadriceps* pada posisi terlentang (*supine lying*) menggunakan unit terkalibrasi dengan frekuensi 1 MHz, intensitas 1,5 W/cm^2, *duty cycle* (*pulsed* pada kasus akut atau *continuous* pada kasus sub-akut/kronis), durasi 10 menit per area *trigger point*, memakai media gel ultrasound dengan arah gerakan transduser sirkular atau longitudinal berkecepatan 2–4 cm/detik (Draper et al., 2021; Yildirim et al., 2018; Li et al., 2024). Selanjutnya, subjek segera diberikan METs tipe *Post-Isometric Relaxation* (PIR) pada posisi tengkurap (*prone lying*), diawali penentuan *first tissue barrier* ke arah fleksi lutut, dilanjutkan kontraksi isometrik submaksimal (≤ 20% kekuatan maksimal) ke arah ekstensi lutut selama 10 detik sambil menarik napas, diikuti fase relaksasi selama 2–3 detik saat mengembuskan napas, kemudian terapis mendorong lutut secara pasif menuju *barrier* fleksi baru dan ditahan selama 10 detik, diulang sebanyak 3–5 kali repetisi per sesi (Chaitow, 2013).

Pengolahan data meliputi tahapan *editing*, *coding*, *entering*, dan *cleaning*. Analisis data terbagi menjadi analisis univariat untuk mendeskripsikan karakteristik responden (frekuensi dan persentase) serta nilai rerata (*mean*), standar deviasi (SD), minimum, dan maksimum dari variabel terikat, serta analisis bivariat yang diawali uji normalitas *Shapiro-Wilk* ($p > 0,05$) dan dilanjutkan uji parametrik *Paired Sample t-Test* dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$.

3. HASIL

Analisis Univariat

Penelitian ini dilaksanakan di Klinik The Bali Physio dengan melibatkan 20 responden pasien *Myofascial Trigger Point* otot *Quadriceps* yang dipilih menggunakan teknik *total sampling*. Distribusi

Submitted: 12/10/2026; Revised: 03/11/2026; Accepted: 11/11/2026; Published: 23/11/2026

frekuensi karakteristik responden berdasarkan jenis kelamin, kelompok usia, dan sisi lutut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Karakteristik Responden Penelitian (N = 20)

Karakteristik dan Kategori	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Jenis Kelamin		
Laki-laki	13	65%
Perempuan	7	35%
Total	**20**	**100%**
Kelompok Usia		
17–25 tahun	4	20%
26–35 tahun	13	65%
36–45 tahun	3	15%
Total	**20**	**100%**
Sisi Lutut		
Dekstra (Kanan)	11	55%
Sinistra (Kiri)	9	45%
Total	**20**	**100%**

Berdasarkan Tabel 1, dari total 20 responden, mayoritas berjenis kelamin laki-laki sebanyak 13 orang (65%), sedangkan perempuan sebanyak 7 orang (35%). Ditinjau dari kelompok usia, responden terbanyak berada pada rentang usia produktif 26–35 tahun sebanyak 13 orang (65%), diikuti kelompok usia 17–25 tahun sebanyak 4 orang (20%), dan 36–45 tahun sebanyak 3 orang (15%). Berdasarkan sisi lutut yang mengalami gangguan MTrP otot *Quadriceps*, mayoritas mengalami gangguan pada sisi dekstra (kanan) sebanyak 11 orang (55%) dan sisi sinistra (kiri) sebanyak 9 orang (45%).

Tabel 2. Statistik Deskriptif ROM Fleksi Lutut dan Kemampuan Fungsional Sebelum dan Sesudah Intervensi (N = 20)

Variabel Penelitian	Pengukuran	Mean	SD	Minimum	Maksimum	Rentang
ROM Fleksi Lutut (°)	Pre-Test	103,55	9,035	90	118	28
	Post-Test	131,00	5,758	120	140	20
Kemampuan Fungsional (Skor Kujala)	Pre-Test	82,30	5,273	70	89	19
	Post-Test	91,45	3,170	86	96	10

Berdasarkan Tabel 2, rata-rata (*mean*) nilai ROM fleksi lutut sebelum intervensi (*pre-test*) adalah 103,55° (± 9,035) dan meningkat setelah 6 sesi intervensi (*post-test*) menjadi 131,00° (± 5,758), menunjukkan peningkatan rata-rata sebesar 27,45°. Pada variabel kemampuan fungsional, rata-rata skor Kujala meningkat dari 82,30 (± 5,273) pada *pre-test* menjadi 91,45 (± 3,170) pada *post-test*, dengan kenaikan rata-rata sebesar 9,15 poin. Secara kategori klinis Kujala, sebelum intervensi terdapat 11 responden (55%) pada kategori gangguan ringan (85–94) dan 9 responden (45%) pada kategori gangguan sedang (65–84). Setelah intervensi, seluruh responden mengalami perbaikan menjadi 15 orang (75%) kategori gangguan ringan dan 5 orang (25%) mencapai kategori normal (95–100), tanpa ada lagi responden pada kategori gangguan sedang maupun berat.

Analisis Bivariat

Uji normalitas menggunakan metode *Shapiro-Wilk* menghasilkan nilai signifikansi p = 0,169 (*pre-test*) dan p = 0,070 (*post-test*) untuk variabel ROM fleksi lutut, serta p = 0,186 (*pre-test*) dan p = 0,142 (*post-test*) untuk variabel kemampuan fungsional. Karena seluruh nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 (p > 0,05),

Submitted: 12/10/2026; Revised: 03/11/2026; Accepted: 11/11/2026; Published: 23/11/2026

maka data berdistribusi normal dan memenuhi syarat pengujian parametrik *Paired Sample t-Test* sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Bivariat Paired Sample t-Test Sebelum dan Sesudah Intervensi (N = 20)

Variabel	Mean ± SD (Pre)	Mean ± SD (Post)	Mean Difference	t	df	Sig. (2-tailed)
ROM Fleksi Lutut	103,55 ± 9,035	131,00 ± 5,758	-27,450	-12,744	19	< **0,001**
Aktivitas Fungsional	82,30 ± 5,273	91,45 ± 3,170	-9,150	-11,136	19	< **0,001**

Berdasarkan hasil analisis *Paired Sample t-Test* pada Tabel 3, diperoleh nilai t = -12,744 (df = 19; p < 0,001) pada variabel ROM fleksi lutut dan nilai t = -11,136 (df = 19; p < 0,001) pada variabel kemampuan fungsional. Oleh karena nilai signifikansi kedua variabel lebih kecil dari taraf signifikansi 0,05 (p < 0,05), dapat dibuktikan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan secara statistik dari pemberian kombinasi *Ultrasound* dan *Muscle Energy Techniques* terhadap peningkatan ROM fleksi lutut dan kemampuan fungsional pada pasien *Myofascial Trigger Point* otot *Quadriceps* di Klinik The Bali Physio.

4. PEMBAHASAN

Distribusi karakteristik responden menunjukkan bahwa mayoritas penderita *Myofascial Trigger Point* otot *Quadriceps* di Klinik The Bali Physio berjenis kelamin laki-laki (65%), berada pada kelompok usia produktif 26–35 tahun (65%), serta mengalami gangguan pada sisi lutut dekstra (55%). Dominansi kelompok usia produktif dan jenis kelamin laki-laki ini mengindikasikan tingginya paparan pembebanan mekanis repetitif dan aktivitas olahraga intensitas tinggi seperti padel dan lari jarak jauh, sedangkan dominansi sisi dekstra berkaitan erat dengan pola penggunaan tungkai dominan saat melakukan aktivitas tumpuan.

Hasil uji *Paired Sample t-Test* membuktikan bahwa pemberian kombinasi *Ultrasound* dan *Muscle Energy Techniques* sebanyak 6 sesi selama 2 minggu menghasilkan peningkatan ROM fleksi lutut yang signifikan secara statistik (p < 0,001) dengan selisih rerata sebesar 27,45° (dari 103,55° menjadi 131,00°). Peningkatan ruang gerak sendi ini terjadi melalui sinergi biofisika dan neurofisiologis dua tahap terapi. Pertama, gelombang *Ultrasound* frekuensi 1 MHz menembus jaringan dalam otot *Quadriceps* dan diserap oleh jaringan kaya kolagen seperti fasia dan *epimysium*, sehingga meningkatkan suhu jaringan lokal sebesar 1–4°C, menurunkan viskositas cairan jaringan, meningkatkan ekstensibilitas jaringan ikat, serta melancarkan mikrosirkulasi darah (Draper et al., 2021; Watson & Nussbaum, 2021). Peningkatan perfusi lokal menyuplai kembali oksigen dan ATP ke sarkomer yang terjebak dalam kontraksi persisten sehingga memutus siklus hipoksia dan krisis energi, sekaligus melunakkan *taut band* pada fase *pre-heating* sebelum peregangan (Yildirim et al., 2018; Daniels et al., 2018).

Kedua, setelah kondisi viskoelastisitas jaringan diperbaiki oleh *Ultrasound*, penerapan teknik *Post-Isometric Relaxation* (PIR) pada METs melalui kontraksi isometrik submaksimal (≤ 20% kekuatan maksimal) mengaktivasi *Golgi Tendon Organ* (GTO) yang mengirimkan sinyal inhibisi melalui serabut aferen Ib ke medula spinalis dan melepaskan neurotransmiter glisin untuk menghambat neuron motorik α (*autogenic inhibition*) (Chaitow, 2013; Sathe et al., 2020). Relaksasi refleksif ini menurunkan tonus otot secara drastis, melepaskan perlengketan pada *taut band*, dan memfasilitasi pemanjangan progresif jaringan kolagen (*perimysium* dan *endomysium*) melalui fenomena *creep* (Kang et al., 2023; Patel et al., 2020). Temuan ini sejalan dengan penelitian Sartoyo et al. (2023), Waluyadi et al. (2025), Komalasari & Handayani (2024), serta kerangka dosis klinis 6 sesi selama 2 minggu oleh Pradita et al. (2021).

Pada variabel kemampuan fungsional, peningkatan rerata skor *Kujala Scoring Questionnaire* sebesar 9,15 poin (dari 82,30 menjadi 91,45; p < 0,001) serta pergeseran seluruh responden dari kategori gangguan sedang (45% menjadi 0%) menuju kategori gangguan ringan (75%) dan normal (25%) mencerminkan perbaikan kapasitas klinis yang bermakna pada aktivitas sehari-hari seperti menaiki tangga, berjongkok,

Submitted: 12/10/2026; Revised: 03/11/2026; Accepted: 11/11/2026; Published: 23/11/2026

berlari, dan duduk lama. Efek non-termal *Ultrasound* melalui *acoustic streaming* dan kavitasi meningkatkan permeabilitas membran sel serta mempercepat pembersihan substansi algogenik penyebab nyeri nosiseptif (Li et al., 2024). Secara bersamaan, pemulihan ekstensibilitas komponen otot *Quadriceps* pasca-METs menyeimbangkan kembali distribusi gaya tarik pada patela dan mengurangi kompresi abnormal pada sendi patelofemoral saat pembebanan (Sartoyo et al., 2025; Sartoyo et al., 2023).

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan metodologis dan operasional, yaitu penggunaan desain *one group pretest-posttest* tanpa kelompok kontrol pembanding dengan ukuran sampel terbatas (N = 20), potensi variasi subjektif *handling* antar-terapis pada sebagian responden perempuan sesuai kebijakan privasi klinik, serta ketidakmampuan mengontrol penuh aktivitas fisik harian dan beban mekanis responden selama 24 jam di luar sesi intervensi klinik.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian mengenai pengaruh pemberian *Muscle Energy Techniques* dan *Ultrasound* terhadap peningkatan *Range of Motion* dan kemampuan fungsional pada kasus *Myofascial Trigger Point* otot *Quadriceps* di Klinik The Bali Physio adalah sebagai berikut:

1. Pemberian kombinasi *Ultrasound* dan *Muscle Energy Techniques* sebanyak 6 sesi perlakuan selama 2 minggu terbukti meningkatkan *Range of Motion* fleksi lutut secara signifikan ($p < 0,001$), dengan kenaikan rerata dari 103,55° ± 9,035° menjadi 131,00° ± 5,758° (selisih peningkatan 27,45°; $t = -12,744$).

2. Pemberian kombinasi *Ultrasound* dan *Muscle Energy Techniques* terbukti meningkatkan kemampuan fungsional sendi lutut berdasarkan *Kujala Scoring Questionnaire* secara signifikan ($p < 0,001$), dengan kenaikan rerata dari 82,30 ± 5,273 menjadi 91,45 ± 3,170 (selisih peningkatan 9,15 poin; $t = -11,136$) serta pergeseran seluruh responden keluar dari kategori gangguan sedang (0%).

3. Kombinasi *Ultrasound* dan *Muscle Energy Techniques* direkomendasikan sebagai protokol klinis fisioterapi pada kasus *Myofascial Trigger Point* otot *Quadriceps*, sedangkan penelitian selanjutnya disarankan menggunakan desain *Randomized Controlled Trial* (RCT) dengan kelompok kontrol dan pemantauan aktivitas harian yang lebih ketat.

6. DAFTAR PUSTAKA

Acar, S., Aljumaa, H., Şevik, K., Karatosun, V., & Ünver, B. (2024). The Intrarater and Interrater Reliability and Validity of Universal Goniometer, Digital Inclinometer, and Smartphone Application Measuring Range of Motion in Patients with Total Knee Arthroplasty. *Indian Journal of Orthopaedics*, 58(6), 732–739. https://doi.org/10.1007/s43465-024-01129-z

Bordoni, B., Sugumar, K., & Dua, A. (2025). Myofascial pain. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.

Chaitow, L. (2006). *Muscle energy techniques* (3rd ed.). Churchill Livingstone.

Chaitow, L. (2013). *Muscle energy techniques* (4th ed.). Churchill Livingstone.

Daniels, S., Santiago, G., Cuchna, J., & Van Lunen, B. (2018). The effects of low-intensity therapeutic ultrasound on measurable outcomes: A critically appraised topic. *Journal of Sport Rehabilitation*, 27(4), 390–395. https://doi.org/10.1123/jsr.2016-0099

Dommerholt, J., & Fernández-de-las-Peñas, C. (2018). *Trigger Point Dry Needling: An Evidence and Clinical-Based Approach* (2nd ed.). Elsevier.

Draper, D. O., Jutte, L. S., & Knight, K. L. (2021). *Therapeutic modalities: the art and science* (3rd ed.). Lippincott Williams & Wilkins.

Gerwin, R. D., Dommerholt, J., & Shah, J. P. (2004). An expansion of Simons' integrated hypothesis of trigger point formation. *Current Pain and Headache Reports*, 8(6), 468–475.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2018). *Laporan Nasional Riskesdas 2018*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI.

Submitted: 12/10/2026; Revised: 03/11/2026; Accepted: 11/11/2026; Published: 23/11/2026

Komalasari, D. R., & Handayani, T. M. (2024). The Effect of Muscle Energy Technique on Pain and Range of Motion in Patient with Knee Osteoarthritis. *Jurnal Kesehatan Manarang*, 10(1), 35–42. https://doi.org/10.33490/jkm.v10i1.934

Kujala, U. M., Jaakkola, R. M., Kallio, S. K., & Taimela, S. (1993). Scoring of patellofemoral disorders. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 9(2), 159–163. https://doi.org/10.1016/s0749-8063(05)80368-5

Li, X., Lin, Y., He, P., & Wang, Q. (2024). Efficacy and safety of low-intensity ultrasound therapy for myofascial pain syndrome: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 25, 1059. https://doi.org/10.1186/s12891-024-08174-7

Maznah, F. Z. (2025). Prevalence of musculoskeletal disorders associated with 3 types of work in Indonesia. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 7(3), 2170–2178. https://doi.org/10.38035/rrj.v7i3

Mustamsir, E., Phatama, K. Y., Pratianto, A., Pradana, A. S., Sukmajaya, W. P., Pandiangan, R. A. H., Abduh, M., & Hidayat, M. (2020). Validity and Reliability of the Indonesian Version of the Kujala Score for Patients With Patellofemoral Pain Syndrome. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 8(5), 2325967120922943. https://doi.org/10.1177/2325967120922943

Neumann, D. A. (2017). *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Rehabilitation*. Elsevier Health Sciences.

Norkin, C. C., & White, D. J. (2016). *Measurement of Joint Motion: A Guide to Goniometry* (5th ed.). F.A. Davis.

Patel, S. Y., Patil, C., & Patil, S. (2020). Comparison of neural tissue mobilization and muscle energy technique on hamstring tightness in chronic low back pain. *Medico-Legal Update*, 20(2), 376–379.

Pradita, A., Sinrang, A. W., & Wuysang, D. (2021). Perbandingan pengaruh fisioterapi konservatif kombinasi myofascial release technique dengan fisioterapi konservatif kombinasi muscle energy technique pada kasus low back pain. *Jurnal Penelitian Kesehatan SUARA FORIKES*, 12, 46–52. https://doi.org/10.33846/sf12nk109

Putri, N. P. D. A., Adhitya, I. P. G. S., Prasana, I. G. E. J., & Vittala, G. (2026). Hubungan morfologi dan kekuatan quadriceps femoris dengan patellofemoral pain syndrome pada olahragawan. *KOLONI: Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 5(2), 353–365.

Sánchez-Romero, E. A., Fernández-de-las-Peñas, C., Alonso-Pérez, J. L., Saavedra-Hernández, M., Arias-Buría, J. L., & Plaza-Manzano, G. (2020). Prevalence of myofascial trigger points in patients with mild to moderate painful knee osteoarthritis: A secondary analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 9(8), 2561. https://doi.org/10.3390/jcm9082561

Sartoyo, Handini, R. T. R., Athirah, L. A., & Putri, S. (2025). Perbandingan efektivitas antara muscle energy technique dan quadriceps strengthening terhadap aktivitas fungsional akibat knee osteoarthritis. *Kieraha Medical Journal*, 7(1).

Sartoyo, Susanti, M., & Fau, Y. D. (2023). Ultrasound kombinasi muscle energy technique meningkatkan luas gerak sendi dan aktivitas fungsional pada osteoarthritis lutut. *Kieraha Medical Journal*, 5(2), 128–132.

Sathe, S. S., Rajandekar, T., Thodge, K., & Chavhan, A. (2020). Comparison between immediate effects of post isometric relaxation and reciprocal inhibition techniques on hamstring flexibility in patients with hamstring tightness: An experimental study. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, 14(4), 6872–6876.

Simons, D. G., Travell, J. G., & Simons, L. S. (1999). *Travell & Simons' Myofascial Pain and Dysfunction: The Trigger Point Manual*. Lippincott Williams & Wilkins.

Waluyadi, R., Sativani, Z., & Sariana, E. (2025). Perbedaan pengaruh pemberian muscle energy technique dan peregangan statis terhadap flexibilitas otot hamstring pada atlet taekwondo club ATS Indonesia Jati Asih Bekasi tahun 2021. *Jurnal Fisioterapi dan Kesehatan Indonesia*, 5(2), 232–238. https://doi.org/10.59946/jfki.2025.452

Watson, T., & Nussbaum, E. L. (2021). *Electrophysical agents: Evidence-based practice* (13th ed.). Elsevier.

Whitehead, A. L., Julious, S. A., Cooper, C. L., & Campbell, M. J. (2016). Estimating the sample size for a pilot randomised trial to minimise the overall trial sample size for the external pilot and main trial for a continuous outcome variable. *Statistical Methods in Medical Research*, 25(3), 1057–1073.

Submitted: 12/10/2026; Revised: 03/11/2026; Accepted: 11/11/2026; Published: 23/11/2026

Yildirim, M. A., Öken, Ö., & Borman, P. (2018). The efficacy of continuous and pulsed ultrasound therapy in knee osteoarthritis: A randomized placebo-controlled trial. *Archives of Rheumatology*, 33(3), 330–338. https://doi.org/10.5606/ArchRheumatol.2018.6656

Submitted: 12/10/2026; Revised: 03/11/2026; Accepted: 11/11/2026; Published: 23/11/2026