

Optimalisasi TENS, ES, dan Terapi Latihan pada Post Hip Arthroplasty untuk Meningkatkan Kekuatan Otot dan Lingkup Gerak Sendi

Optimizing TENS, Electrical Stimulation, and Exercise Therapy in Post Hip Arthroplasty to Improve Muscle Strength and Range of Motion

¹Eka Bayu Septi Wibowo, ²Abidah Chiara Hulwa, ³Anung Latifa Tara, ^{4*}Alfanza Bintang Fajar, ⁵Arshy Prodyanatasari, ⁶Whida Rahmawati

¹⁻⁶D3 Fisioterapi, Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri, Indonesia

*alfanzabintang@gmail.com

ABSTRAK

Latar Belakang: Fraktur *collum femur* yang ditangani dengan *hip arthroplasty* sering meninggalkan masalah berupa nyeri, kelemahan otot, dan keterbatasan lingkup gerak sendi. Rehabilitasi fisioterapi diperlukan untuk mempercepat pemulihan pascaoperasi. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kombinasi *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS)*, *Electrical Stimulation (ES)*, dan terapi latihan terhadap nyeri, kekuatan otot, serta lingkup gerak sendi pada pasien pasca *hip arthroplasty*. **Metode:** Penelitian menggunakan desain studi kasus pada seorang pasien dengan diagnosis *post-hip arthroplasty* akibat fraktur *collum femur* sinistra di RSUD Gambiran Kediri, sesuai kriteria inklusi yaitu mengalami nyeri pada area insisi, memiliki tingkat keparahan fraktur Garden derajat III–IV, serta tidak disertai penyakit penyerta serius. Intervensi fisioterapi dilakukan enam kali pertemuan dengan frekuensi tiga kali per minggu. Modalitas meliputi TENS, ES, dan latihan (*static contraction*, AAROM, *resisted exercise*, serta latihan fungsional). Evaluasi menggunakan *Numeric Rating Scale (NRS)*, *Manual Muscle Testing (MMT)*, dan goniometer. **Hasil:** Setelah enam sesi terapi, terjadi penurunan nyeri gerak dari skor 6 menjadi 5, tanpa peningkatan kekuatan otot (tetap MMT 3). Lingkup gerak sendi meningkat dari 70° menjadi 75° pada bidang sagital. **Kesimpulan:** Berdasarkan studi kasus ini, kombinasi TENS, ES, dan terapi latihan berpotensi menurunkan nyeri dan memperbaiki lingkup gerak sendi pada pasien pasca hip arthroplasty. Namun, peningkatan kekuatan otot memerlukan durasi intervensi yang lebih lama dan berkelanjutan untuk memperoleh hasil yang optimal.

Kata Kunci: electrical stimulation, hip arthroplasty, rehabilitasi fisioterapi, latihan fungsional, tens

ABSTRACT

Background: : *Femoral neck fractures treated with hip arthroplasty often leave behind problems such as pain, muscle weakness, and limited joint range of motion. Physiotherapy rehabilitation is necessary to speed post-operative recovery. Objective:* This study aims to determine the effect of a combination of *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS)*, *Electrical Stimulation (ES)*, and exercise therapy on pain, muscle strength, and range of motion in post-hip arthroplasty patient. **Method** The study used a case study design on a patient diagnosed with post-hip arthroplasty due to a left femoral neck fracture at Gambiran Regional Hospital, Kediri. The inclusion criteria were pain in the incision area, a Garden fracture severity level of III–IV, and no serious comorbidities. Physiotherapy intervention was carried out six times with a frequency of three times per week. Modalities included TENS, ES, and exercises (*static contraction*, AAROM, *resisted exercise*, and functional training). Evaluation used the *Numeric Rating Scale (NRS)*, *Manual Muscle Testing (MMT)*, and a goniometer. After six therapy sessions, there was

a decrease in pain on movement from a score of 6 to 5, without an increase in muscle strength (MMT remained at 3). Joint range of motion increased from 70° to 75° in the sagittal plane.

Conclusion: *Based on this case study, the combination of TENS, ES, and exercise therapy has the potential to reduce pain and improve range of motion in patients after hip arthroplasty. However, increased muscle strength requires a longer and more sustained intervention to achieve optimal results.*

Keywords: *electrical stimulation, hip arthroplasty, physiotherapy rehabilitation, functional training, tens*

PENDAHULUAN

Fraktur collum femur kerap dialami oleh lansia, baik karena kekurangan vitamin D yang memicu osteoporosis maupun akibat trauma. Seiring bertambahnya jumlah populasi lanjut usia, angka kejadian fraktur tulang panggul juga diperkirakan meningkat. Secara global, kasus fraktur panggul diproyeksikan naik dari 1,66 juta pada tahun 1990 menjadi 6,26 juta pada tahun 2050. Di Indonesia sendiri, insidennya mencapai 7.023 per 100.000 penduduk, dengan prevalensi lebih tinggi pada perempuan dibandingkan laki-laki (Tommy Nugroho Tanumihardja, 2016). Fraktur collum femur paling sering terjadi pada usia lanjut, khususnya perempuan, dan umumnya dipicu oleh trauma ringan seperti jatuh dari posisi berdiri akibat kondisi osteoporosis.

Faktor risiko utama fraktur collum femur meliputi trauma energi tinggi, misalnya jatuh dari ketinggian atau kecelakaan lalu lintas. Selain itu, literatur juga menyebutkan adanya keterkaitan antara femoroacetabular impingement dengan fraktur stres pada leher femur, sebagaimana sering dijumpai pada atlet maupun militer akibat beban berulang (Henrik C. Backer a, 2020). Faktor risiko lain mencakup kelainan tulang dan penyakit metabolik, gangguan endokrin, penyakit sistemik kronis, faktor gaya hidup tidak sehat, serta faktor ekstraskeletal seperti gangguan penglihatan, penggunaan obat tertentu, dan peningkatan risiko jatuh pada lansia (Metcalf, 2008). Avascular necrosis (AVN) merupakan salah satu komplikasi paling serius setelah fraktur leher femur, yang terjadi akibat gangguan suplai darah ke kepala femur dan dapat menyebabkan kerusakan jaringan tulang serta kegagalan penyembuhan (Wojciech Konarski, 2022).

Artroplasti hip total (THA) merupakan proses operasi penggantian sendi hip yang rusak dan bermasalah. Meski terbukti meningkatkan kekuatan otot melalui rehabilitasi intensif, kelemahan otot sering kali masih menetap pascaoperasi. Kondisi ini dapat mengurangi perlindungan implan, membebani sisi yang sehat, dan menghambat pemulihan pola berjalan normal. Penelitian menunjukkan adanya perbedaan kekuatan otot antara sisi yang terlibat dan tidak terlibat hingga bertahun-tahun setelah operasi, sehingga pemulihan kekuatan otot pasca-THA belum sepenuhnya optimal (Fukumoto, et al., 2013). Meskipun tujuan utama artroplasti hip adalah meredakan gejala dan memulihkan fungsi, sebagian pasien masih mengalami nyeri berkelanjutan setelah operasi (Noori, et al., 2020). Penelitian lain menunjukkan bahwa kelemahan otot masih berlangsung hingga enam bulan pascaoperasi, terutama pada ekstensor paha dan fleksor lutut, serta abduktor pinggul, jika dibandingkan dengan individu sehat (Yoshihiro Fukumoto, 2013)

Fisioterapi berperan penting dalam tahap rehabilitasi untuk mempercepat pemulihan pascaoperasi. Berdasarkan laporan kasus, pasien dengan *post hip arthroplasty et causa fracture collum femur* menggunakan satu modalitas saja sering kali belum cukup untuk menangani kompleksitas masalah klinis, yang meliputi nyeri, keterbatasan lingkup gerak sendi, penurunan

Eka Bayu Septi / Optimalisasi TENS, ES

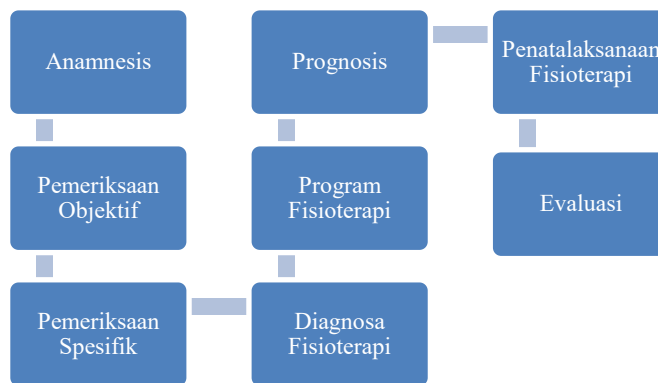
kekuatan otot. Modalitas *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation* (TENS) terbukti efektif dalam menurunkan intensitas nyeri melalui mekanisme penghambatan nyeri di sistem saraf perifer maupun sentral (Johnson M. I., 2007), sehingga dapat menjadi modalitas pendukung yang memungkinkan pasien berpartisipasi lebih optimal dalam intervensi fisioterapi selanjutnya beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan TENS dapat menurunkan intensitas nyeri pasca operasi ortopedi secara signifikan dengan frekuensi 120 Hz selama 15 menit. (Oksar, Kalaci, & Turhanoglu, 2024).

Electrical Stimulation (ES) digunakan untuk merangsang kontraksi otot sehingga membantu meningkatkan kekuatan dan mencegah atrofi otot dengan frekuensi 50 Hz selama 15 menit (Takahashi, et al., 2024). Studi lain juga melaporkan bahwa pemberian ES dapat meningkatkan aktivitas neuromuskular dan mempercepat rehabilitasi pada pasien dengan gangguan muskuloskeletal (Glinsky, Harvey, & van Es, 2007). Selain itu, terapi latihan berupa peregangan, penguatan, serta latihan fungsional berkontribusi dalam meningkatkan lingkup gerak sendi dan kemampuan aktivitas sehari-hari pasien (Minns Lowe, Barker, Dewey, & Sackley, 2007). Program latihan yang terstruktur pasca hip arthroplasty terbukti dapat memperbaiki lingkup gerak sendi, meningkatkan kualitas hidup, serta mempercepat kemandirian pasien (Coulter, Scarvell, Neeman, & Smith, 2013). Selain itu, program rehabilitasi yang dimulai sejak fase awal pascaoperasi terbukti memberikan hasil fungsional yang lebih baik dan mengurangi komplikasi jangka panjang (Zhou, 2020).

Sejumlah penelitian sebelumnya telah mengevaluasi penggunaan modalitas fisioterapi pasca hip arthroplasty, seperti *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation* (TENS) untuk manajemen nyeri, *Electrical Stimulation* (ES) untuk stimulasi otot, serta terapi latihan untuk pemulihan fungsi, namun umumnya dilaporkan dan dianalisis secara terpisah. Hingga saat ini, masih terbatas laporan klinis yang mendeskripsikan penerapan ketiga intervensi tersebut secara terintegrasi dalam satu protokol rehabilitasi, khususnya pada pasien pascaoperasi hip arthroplasty di Indonesia. Selain itu, belum banyak studi yang mengkaji respons klinis pasien terhadap kombinasi modalitas tersebut dalam konteks praktik fisioterapi sehari-hari, terutama pada desain studi kasus. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi penerapan kombinasi TENS, ES, dan latihan fungsional sebagai pendekatan rehabilitasi fisioterapi pasca operasi penggantian sendi panggul, serta memberikan kontribusi praktis bagi pengembangan intervensi fisioterapi klinis (Aprato, 2018; Mustiko, 2021; Zhou, 2020).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis studi kasus deskriptif. Penelitian dilaksanakan 25 Desember 2024 –28 Februari 2025 di RSUD Gambiran Kediri dengan proses pengambilan data dan pelaksanaan intervensi fisioterapi dilakukan mulai tanggal 12–19 Februari 2025. Pemilihan subjek penelitian menggunakan teknik *purposive sampling* dengan kriteria inklusi meliputi pasien dengan diagnosis pasca operasi hip arthroplasty akibat fraktur collum femur, mengalami nyeri di bekas insisi, dengan tingkat keparahan fraktur sesuai klasifikasi Garden derajat III–IV, yang ditandai adanya pergeseran fragmen tulang dan memerlukan tindakan operasi *arthroplasty*. Pasien yang diteliti telah mendapatkan penanganan medis berupa operasi hip arthroplasty sebelum dilakukan intervensi fisioterapi, serta tidak memiliki riwayat penyakit penyerta serius seperti penyakit jantung, stroke, atau gangguan neurologis lain yang dapat memengaruhi kemampuan latihan.



Gambar 1. Alur Penatalaksanaan Fisioterapi

Prosedur pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahap, antara lain (1) anamnesis dilakukan untuk menggali keluhan utama pasien, berupa nyeri pada area insisi yang menjalar ke paha bawah serta keterbatasan dalam berdiri dan berjalan, (2) pemeriksaan objektif meliputi inspeksi postur tubuh, palpasi otot di sekitar sendi hip, serta pemeriksaan tanda vital, (3) pemeriksaan khusus dilakukan dengan menilai lingkup gerak sendi (LGS) *hip sinistra* menggunakan goniometer, kekuatan otot hip sinistra menggunakan *Manual Muscle Testing* (MMT) pada seluruh kelompok otot (*fleksor, ekstensor, abduktor, aduktor, endorotator, dan eksorotator*), serta penilaian nyeri menggunakan VAS/NRS, (4) pemeriksaan fisik fungsional menunjukkan pasien mampu duduk dan berdiri, namun mengalami keterbatasan pada aktivitas jongkok, berjalan jarak jauh, dan toileting. Instrumen penelitian yang digunakan berupa lembar status klinis, dengan teknik pengumpulan data melalui wawancara dan pemeriksaan langsung terhadap pasien. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kualitatif sesuai dengan pendekatan studi kasus.

Intervensi fisioterapi diberikan menggunakan beberapa modalitas. *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation* (TENS) diaplikasikan pada area *lateral hip sinistra* di sekitar insisi setelah dilakukan pemeriksaan sensibilitas. Stimulasi diberikan dengan intensitas hingga 24 mA sesuai toleransi pasien selama 15 menit, dengan tujuan menurunkan nyeri. Selanjutnya, *Electrical Stimulation* (ES) diberikan pada otot *quadriceps femoris* dengan penempatan elektroda pada daerah origo dan insersio otot. Stimulasi dilakukan selama 15 menit dengan intensitas yang disesuaikan toleransi pasien, bertujuan untuk meningkatkan aktivasi dan kekuatan otot *quadriceps*. Selain modalitas elektroterapi, pasien juga diberikan terapi latihan sebanyak 8 repetisi, yang meliputi *static contraction, Active Assisted Range of Motion* (AAROM), *resisted exercise*, serta latihan fungsional berupa latihan duduk ke berdiri menggunakan walker.

Evaluasi dilakukan setiap sesi terapi menggunakan lembar observasi untuk perkembangan pasien. Intervensi fisioterapi diberikan sebanyak enam kali pertemuan dengan frekuensi tiga kali per minggu. Setiap sesi berlangsung selama 45–60 menit. Modalitas fisioterapi yang digunakan meliputi *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation* (TENS) untuk menurunkan nyeri, serta ES yang ditujukan untuk meningkatkan kekuatan otot. Selain itu, diberikan pula terapi latihan berupa *stretching, strengthening*, dan latihan fungsional untuk meningkatkan lingkup gerak sendi, kekuatan otot, serta kemampuan aktivitas fungsional pasien.

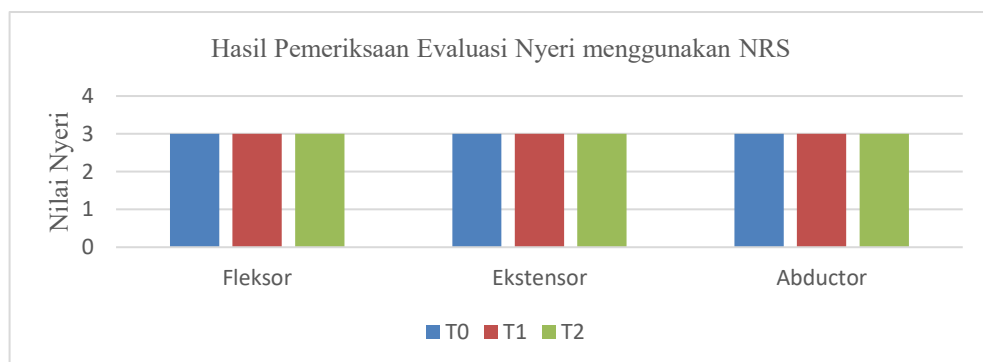
Eka Bayu Septi dkk / *Optimalisasi TENS, ES*

Evaluasi pasca-intervensi dilakukan dengan membandingkan hasil pemeriksaan sebelum dan sesudah intervensi, meliputi penilaian nyeri menggunakan *Numeric Rating Scale* (NRS), kekuatan otot dengan *Manual Muscle Testing* (MMT), serta lingkup gerak sendi (LGS), untuk menilai efektivitas intervensi fisioterapi yang diberikan.

HASIL PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan di RSUD Gambiran pada tanggal 25 Desember 2024 –28 Februari 2025, dengan proses pengambilan data dan pelaksanaan intervensi fisioterapi dilakukan mulai tanggal 12–19 Februari 2025 dengan subjek Ny. W, seorang pasien perempuan yang berusia 83 tahun dengan diagnosis medis *Post Hip Arthroplasty Sinistra*, mengeluhkan nyeri pada area insisi yang menjalar ke paha bawah, kesulitan dalam berdiri dan berjalan. Pemeriksaan objektif menunjukkan keterbatasan fungsi postur dan pergerakan otot sekitar hip. Pemeriksaan spesifik meliputi penilaian nyeri menggunakan NRS, kekuatan otot menggunakan MMT, serta lingkup gerak sendi (LGS).

Keluhan di atas sangat umum ditemukan pada pasien dengan kasus pascaoperasi hip arthroplasty, terutama pada lansia yang mengalami penurunan fungsi otot dan mobilitas akibat imobilisasi pasca operasi. Oleh karena itu, program rehabilitasi difokuskan tidak hanya pada pengurangan nyeri, tetapi juga pada pemulihan fungsi gerak. Selain itu, penting untuk mempertimbangkan faktor usia dan komorbiditas dalam merancang program rehabilitasi yang optimal (Judd, 2014).

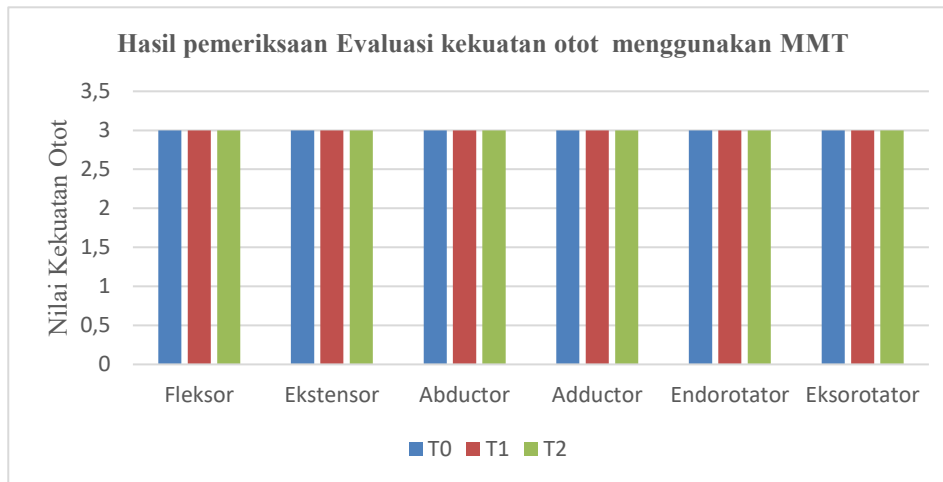


Gambar 2. Hasil pemeriksaan Evaluasi nyeri menggunakan NRS

Numeric Rating Scale (NRS) dibuat untuk mengukur intensitas nyeri pasien dalam berbagai situasi, seperti ketika pasien diam, bergerak, atau saat ditekan pada area yang akan diperiksa. Pemeriksaan ini digunakan untuk mencatat bagaimana nyeri pasien berkembang atau untuk membandingkan intensitas nyeri. Nyeri dinilai menggunakan *Numeric Rating Scale* (NRS), pada nyeri diam, nyeri tekan, dan nyeri gerak dari T0 hingga T2 pada hip. Hasil dari penilaian nyeri diam T0 dengan nilai 3 dan pada T2 tetap sama menjadi 3. Pada penilaian nyeri tekan didapatkan T0 dengan nilai 3 pada T2 nyeri tekan tetap sama menjadi 3. Pada penilaian nyeri gerak didapatkan T0 dengan nilai 3, dan pada T2 tetap sama menjadi 3. Tidak ada penurunan nilai nyeri pada terapi pertama hingga akhir pertemuan. Pemberian *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation* (TENS) dapat menurunkan nyeri melalui mekanisme gate control yang bekerja dengan stimulasi arus listrik pada serabut saraf sensorik. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Meng et al., 2022) yang melaporkan adanya penurunan nyeri dan kecemasan pasien

Eka Bayu Septi dkk / *Optimalisasi TENS, ES*

secara signifikan, yang dipengaruhi oleh peningkatan efikasi diri, kepatuhan terhadap latihan rehabilitasi, dukungan sosial selama masa pemulihan, serta mekanisme umpan balik positif ketika pasien merasakan manfaat langsung dari latihan yang dilakukan.



Gambar 3. Hasil pemeriksaan Evaluasi kekuatan otot menggunakan MMT

Manual Muscle Testing (MMT) digunakan untuk mengukur kekuatan otot dengan memberi pasien instruksi untuk menggerakkan anggota tubuh tertentu. MMT juga dapat digunakan untuk menguji kekuatan otot terhadap resistensi atau tahanan dengan menggunakan contoh yang diberikan terapis pada saat otot pasien berkontraksi atau bergerak dan terapis menahan gerakan tersebut. Didapatkan hasil dari T0 hingga T2 pada hip. Hasil penilaian kekuatan otot tidak menunjukkan peningkatan T0 sampai T2 yaitu nilai 3. Temuan ini konsisten dengan penelitian yang dilakukan oleh (Daher et al., 2024) yang menyimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan bermakna pada kekuatan otot, nyeri, maupun lingkup gerak sendi antara program penguatan panggul dan rehabilitasi standar, sehingga kelemahan otot pasca operasi dapat menetap dalam jangka panjang. Tidak adanya peningkatan kekuatan otot pada MMT dalam penelitian ini diduga dipengaruhi oleh durasi intervensi yang singkat, intensitas latihan yang belum cukup menstimulasi serta faktor usia lanjut yang memperlambat proses pemulihan massa otot.

Kemudian pada pengukuran LGS menggunakan goniometer yang disajikan pada Tabel Lingkup Gerak Sendi (LGS) menunjukkan adanya peningkatan lingkup gerak sendi di hip sinistra dari gerakan fleksi hip 70° menjadi 75° faktor yang dapat mempengaruhi peningkatan pada LGS terdapat pada intervensi terapi latihan yang diberikan. Temuan ini konsisten dengan penelitian yang dilakukan oleh (Wesley Barbosa Sales, 2024) bahwa pemberian terapi latihan efektif dalam mengurangi nyeri pasca operasi *Total Hip Arthroplasty* (THA) dengan meningkatkan Lingkup Gerak Sendi (LGS) dan kapasitas otot, kemungkinan besar disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu: peningkatan mobilitas sendi, pengurangan ketegangan jaringan lunak yang menghambat gerakan, serta stimulasi proprioseptif yang mendukung proses pemulihan fungsional pasien.

Modalitas fisioterapi pada kondisi post hip arthroplasty dengan menggunakan *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation* (TENS) juga telah terbukti efektif dalam menurunkan intensitas nyeri melalui mekanisme penghambatan pada sistem saraf perifer maupun sentral (Johnson M. I., 2007). Berdasarkan penelitian oleh Zhao et al. (2022), *Electrical Stimulation* (ES) terbukti mampu menginduksi kontraksi otot dan efektif dalam mengurangi pembengkakan pada betis serta nyeri pasca operasi, mempercepat pemulihan fungsi setelah operasi penggantian sendi pinggang total (total hip arthroplasty), sekaligus mengurangi lama rawat inap ketika digunakan secara dini dalam program rehabilitasi (Zhao et al., 2022). Exercise therapy secara terprogram dapat meningkatkan mobilitas dan kepercayaan diri pasien pasacaoperasi hip arthroplasty (Mustiko & Pristianto, 2021). Selain itu, terapi latihan berupa peregangan, penguatan, serta latihan fungsional berkontribusi dalam meningkatkan lingkup gerak sendi dan kemampuan aktivitas sehari-hari pasien (Minns Lowe, Barker, Dewey, & Sackley, 2007). Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kombinasi modalitas elektroterapi dan latihan dapat mempercepat pemulihan fungsional pada pasien pasca operasi penggantian sendi (Aprato, 2018).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, penerapan kombinasi *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation* (TENS), *Electrical Stimulation* (ES), dan terapi latihan menunjukkan potensi dalam menurunkan nyeri serta memberikan perbaikan Lingkup Gerak Sendi (LGS), khususnya pada bidang sagital. Namun, kekuatan otot belum menunjukkan peningkatan yang bermakna dalam jangka waktu intervensi yang relatif singkat, sehingga diperlukan program fisioterapi yang berkelanjutan dan jangka panjang untuk mendukung pemulihan fungsi secara optimal. Temuan ini bersifat kontekstual dan tidak dapat digeneralisasikan sehingga penelitian selanjutnya disarankan menggunakan durasi intervensi yang lebih panjang serta desain penelitian yang lebih kuat untuk mengevaluasi efektivitas intervensi secara lebih luas.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami menyampaikan terima kasih kepada Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri, RS Gambiran Kediri, serta seluruh pihak dan tim yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan motivasi. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada rekan-rekan yang telah bekerja sama, memberikan doa, serta semangat, sehingga penyusunan dokumen ini dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprato, A. B. (2018). Rehabilitation after total hip arthroplasty: Is it an evidence-based practice? A systematic review of the literature. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*.
- Coulter, C. L., Scarvell, J. M., Neeman, T. M., & Smith, P. N. (2013). Physiotherapist-directed rehabilitation exercises in the outpatient or home setting improve strength, gait speed and cadence after elective total hip replacement: a systematic review. *Journal of Physiotherapy*, 219-226.

- Fukumoto, Y., Ohata, K., Tsukagoshi, R., Kawanabe, K., Akiyama, H., Mata, T., . . . Ichihashi, N. (2013). Changes in Hip and Knee Muscle Strength in Patients Following Total Hip Arthroplasty. *Journal of the Japanese Physical Therapy Association*, 22-27.
- Glinsky, J., Harvey, L., & van Es, P. (2007). Efficacy of electrical stimulation to increase muscle strength in people with neurological conditions: a systematic review. *Physiotherapy Research International*, 175-194.
- Henrik C. Backer a, C. H. (2020). Epidemiology of proximal femoral fractures. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*.
- Johnson, M. I. (2007). Transcutaneous electrical nerve stimulation: mechanisms, clinical application and evidence. *Reviews in Pain*.
- Judd, D. L.-L. (2014). Muscle strength and functional recovery during the first year after total hip arthroplasty. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 654–664.
- Khan, F. N.-S. (2008). Multidisciplinary rehabilitation programmes following joint replacement at the hip and knee in chronic arthropathy. *Cochrane Database of Systematic Reviews*.
- Li, J. Z. (2025). Effects of neuromuscular electrical stimulation on quadriceps femoris muscle strength and knee joint function after anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*.
- Metcalf, D. (2008). The pathophysiology of osteoporotic hip fracture. *McGill Journal of Medicine*.
- Meng, Y., Deng, B., Liang, X., Li, J., Li, L., Ou, J., Yu, S., Tan, X., Chen, Y., & Zhang, M. (2022). Effectiveness of self-efficacy-enhancing interventions on rehabilitation following total hip replacement: a randomized controlled trial with six-month follow-up. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 17(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s13018-022-03116-2>
- Minns Lowe, C. J., Barker, K. L., Dewey, M., & Sackley, C. M. (2007). Effectiveness of physiotherapy exercise after knee arthroplasty for osteoarthritis: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ (British Medical Journal)*, 812–820.
- Mustiko, F. &. (2021). *Jurnal Fisioterapi. Exercise therapy and functional outcomes in post-hip arthroplasty patients: a case report*.
- Noori, A., Sprague, S., Bzovsky, S., Schemitsch, E. H., Poolman, R. W., Frihagen, F., . . . Busse, J. W. (2020). Predictors of Long-Term Pain After Hip Arthroplasty in Patients With Femoral Neck Fractures: A Cohort Study. *Journal of Orthopaedic Trauma*, S55-S63.
- Oksar, M., Kalaci, A., & Turhanoglu, S. (2024). Transcutaneous electrical nerve stimulation for reducing postoperative acute pain after hip fracture surgery: a double-blinded randomized clinical trial. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 2788–2796.
- Suetta, C. M. (2004). Resistance training in the early postoperative phase reduces hospitalization and leads to muscle hypertrophy in elderly hip surgery patients: A controlled, randomized study. *Journal of the American Geriatrics Society*.
- Takahashi, A., Honda, Y., Tanaka, N., Miyake, J., Maeda, S., Kataoka, H., . . . Okita, M. (2024). Skeletal Muscle Electrical Stimulation Prevents Progression of Disuse Muscle Atrophy via Forkhead Box O Dynamics Mediated by Phosphorylated Protein Kinase B and Peroxisome Proliferator-Activated Receptor γ Coactivator-1 α . *Physiological Research*, 105–114.

- Tommy NugrohoTanumihardja, D. D. (2016). Mobilisasi Pasien Lanjut Usia dengan Peripheral Nerve Block pada Operasi Cemented Bipolar Hemiarthroplasty Akibat Fraktur Collum Femur: Sebuah Laporan Kasus. *Jurnal Anestesiologi Indonesia*, 80-91.
- Wesley Barbosa Sales, R. C. (2024). Effects of Physiotherapy Care in the Postoperative of Total Hip Arthroplasty: An Integrative Review. *Journal of Sports Medicine and Therapy*.
- Wojciech Konarski, T. P. (2022). The Risk of Avascular Necrosis Following the Stabilization of Femoral Neck Fractures. *International Journal of Environmental Research and Public Health*.
- Yoshihiro Fukumoto, K. O. (2013). Changes in Hip and Knee Muscle Strength in Patients Following Total Hip Arthroplasty. *JOURNAL OF THE JAPANESE PHYSICAL THERAPY ASSOCIATION*.
- Zhao, Y. B., Zhang, B., Wang, Y., & Liu, J. (2022). Effectiveness of Neuromuscular Electrical Stimulation for Enhanced Recovery After Total Hip Replacement Surgery: A Randomized Controlled Trial. *Geriatric Orthopaedic Surgery and Rehabilitation*, 13, 1–9. <https://doi.org/10.1177/21514593221129528>
- Zhou, D. V. (2020). Early rehabilitation after hip arthroplasty improves functional outcomes and reduces long-term complications: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Rehabilitation Medicine*.