HJK HOLISTIK JURNAL KESEHATAN
ISSN 1978-3337 (Print)
ISSN 2620-7478 (Online)
DOI: 10.33024
Nomor: 79/E/KPT/2023

INFORMASI ARTIKEL
Received: July, 27, 2026
Revised: August, 27, 2026
Available online: August, 28, 2026
at: https://e-jurnal.iphorr.com/index.php/hjk

# *Buerger allen exercise* meningkatkan perfusi perifer pasien DM tipe 2

**Novika Andora[1]*, Yunie Armiyani[2], Wanto Juli Silalahi[3]**

[1]Universitas Mitra Indonesia
[2]Universitas Muhammadiyah Semarang
[3]RSUD DR. A Dadi Tjokrodipo
Korespodensi penulis: Novika Andora. *Email: novikaandora@umitra.ac.id

**Abstract**

**Background:** Type 2 Diabetes Mellitus (T2DM) is a chronic metabolic disease with a steadily rising prevalence, including in Bandar Lampung City. The most common chronic complication observed among inpatients at A. Dadi Tjokrodipo Regional General Hospital is impaired blood circulation to the lower extremities, clinically termed "Ineffective Peripheral Perfusion" in nursing diagnoses. This condition stems from macroangiopathy, which triggers Peripheral Artery Disease (PAD).
**Purpose:** To implement an evidence-based nursing (EBN) intervention utilizing buerger-allen exercises to address the nursing diagnosis of ineffective peripheral perfusion in patients with type 2 diabetes mellitus.
**Method:** This study employed a pre-experimental design, specifically a one-group pretest-posttest model, conducted at A. Dadi Tjokrodipo Regional General Hospital, Bandar Lampung City. Case management was focused on the Internal Medicine inpatient ward. The study involved 10 patients with the relevant medical diagnosis. A non-probability sampling technique, specifically purposive sampling, was used.
**Results:** Analysis of the Buerger-Allen exercise implementation in this study demonstrated that the intervention was effective in improving peripheral perfusion in Type 2 Diabetes Mellitus patients, both statistically and clinically.
**Conclusion:** The implementation of Buerger-Allen exercises proved effective in improving peripheral perfusion in Type 2 Diabetes Mellitus patients, both statistically and clinically. The success of this intervention was influenced not only by the underlying physiological mechanisms but also by the participants' baseline conditions, specifically the presence of perfusion impairment at a reversible stage, thereby enabling an optimal adaptive response to the intervention.

**Keywords: Buerger-Allen Exercises; Peripheral Perfusion; Type 2 Diabetes Mellitus.**

## PENDAULUAN

Diabetes Melitus Tipe 2 (DMT2) merupakan gangguan metabolik progresif yang menjadi masalah kesehatan serius di seluruh dunia. Data *International Diabetes Federation* (IDF) menunjukan, terdapat sekitar 537 juta orang dewasa yang hidup dengan diabetes pada tahun 2021. India dan Indonesia termasuk dalam negara dengan prevalensi diabetes yang terus meningkat secara tajam (International Diabetes Federation, 2021; Zheng et al., 2018).

Penyakit DM merupakan salah satu dari 10 penyakit terbanyak di RSUD Dr. A. Dadi Tjokrodipo. Data spesifik menunjukkan tren kunjungan dan perawatan, pada periode Januari 2023, tercatat sebanyak 224 kasus diabetes mellitus di ruang penyakit dalam. Diabetes Melitus Tipe 2 (DMT2) merupakan penyakit metabolik kronis yang prevalensinya terus meningkat, termasuk di Kota Bandar Lampung. Komplikasi kronis yang paling sering ditemukan pada pasien rawat inap di RSUD A. Dadi Tjokrodipo adalah gangguan sirkulasi darah ke ekstremitas bawah, yang dalam diagnosa keperawatan disebut sebagai perfusi perifer tidak

DOI: https://doi.org/10.33024/hjk.v20i6.4108

efektif. Kondisi ini disebabkan oleh makroangiopati yang memicu terjadinya Penyakit Arteri Perifer (PAP) (Radhika et al., 2020). Kelelahan pada pasien DM ini secara klinis sering mengeluhkan kaki terasa dingin, kesemutan, hingga penurunan pulsasi nadi perifer (Tesfaye & Didangelos, 2024; Phillips, 2017). Kondisi ini akan berkembang menjadi ulkus kaki diabetik hingga risiko amputasi jika tidak ditangani dengan manajemen sirkulasi yang tepat (Qomariah et al., 2023). Data internal RSUD A. Dadi Tjokrodipo menunjukan DM merupakan salah satu dari 10 penyakit terbesar yang memerlukan penanganan komplikasi vaskular yang intensif.

Diabetes Melitus Tipe 2 merupakan salah satu penyakit kronis dengan prevalensi yang terus meningkat dan berkontribusi signifikan terhadap morbiditas dan mortalitas global. Komplikasi yang sering terjadi pada pasien DM adalah gangguan perfusi perifer yang disebabkan oleh perubahan struktural dan fungsional pada pembuluh darah, baik berupa mikroangiopati maupun makroangiopati (Kusdiyah et al., 2021; Li et al., 2023). Kondisi ini mengakibatkan penurunan aliran darah ke jaringan perifer yang ditandai dengan gejala seperti kaki dingin, kesemutan, nyeri, hingga risiko terjadinya ulkus diabetikum (American Diabetes Association, 2024; Chang et al., 2016).

Berbagai intervensi telah dilakukan untuk mengatasi gangguan perfusi perifer, baik secara farmakologis maupun non-farmakologis. Salah satu intervensi non-farmakologis yang mulai banyak dikembangkan dalam praktik keperawatan adalah Buerger-Allen Exercise, yaitu latihan yang memanfaatkan perubahan posisi ekstremitas untuk meningkatkan aliran darah perifer melalui mekanisme *reactive hyperemia*. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa *buerger-allen exercise* efektif dalam meningkatkan perfusi perifer pada pasien Diabetes Melitus Tipe 2 melalui peningkatan nilai Ankle-Brachial Index (ABI) (Kavitha et al., 2024). Meskipun demikian, penerapan intervensi ini dalam praktik klinis di tingkat rumah sakit daerah masih belum optimal dan belum banyak didokumentasikan secara sistematis, khususnya pada pasien dengan karakteristik klinis yang beragam.

Selain itu, sebagian penelitian sebelumnya lebih menekankan pada hasil jangka panjang, sehingga masih terdapat keterbatasan bukti terkait efektivitas intervensi dalam jangka waktu pendek. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis efektivitas penerapan *buerger-allen exercise* terhadap perbaikan perfusi perifer pada pasien DM tipe 2 dalam konteks praktik keperawatan klinis. Intervensi yang diberikan lebih banyak berfokus pada terapi farmakologis. Oleh karena itu, diperlukan intervensi non-farmakologis berbasis bukti (*evidence-based nursing*) seperti latihan *buerger-allen.*

Latihan postural ini bekerja dengan memanfaatkan gaya gravitasi melalui fase elevasi, dependensi, dan istirahat untuk merangsang pembukaan pembuluh darah kolateral. Penelitian terbaru oleh mengatakan latihan ini terbukti efektif meningkatkan nilai *Ankle-Brachial Index* (ABI) secara signifikan hanya dalam waktu 3 hari (Kavitha et al., 2024). Penerapan EBN ini diharapkan menjadi standar intervensi mandiri perawat di RSUD A. Dadi Tjokrodipo dalam mengoptimalkan perfusi perifer pasien.

## METODE

Studi kasus menggunakan desain pre-experimental dengan pendekatan *one group pre- test and post-test design* dilaksanakan di RSUD A. Dadi Tjokrodipo, Kota Bandar Lampung. Pengelolaan kasus difokuskan pada Ruang Rawat Inap Penyakit Dalam (Ruang Penyakit Dalam). Studi ini akan melibatkan 10 subjek pasien dengan diagnosa medis. Diabetes Melitus Tipe 2 yang mengalami masalah keperawatan perfusi perifer tidak efektif. Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam studi kasus ini adalah *non-probability sampling* dengan metode *purposive sampling.* Pemilihan karakteristik partisipan didasarkan pada faktor- faktor yang berpengaruh terhadap gangguan sirkulasi perifer, seperti usia, jenis kelamin, lama menderita DM, nilai Ankle-Brachial Index (ABI), serta keluhan klinis.

Pengukuran perfusi perifer dilakukan menggunakan Ankle-Brachial Index (ABI) sebagai indikator objektif, serta didukung oleh parameter klinis seperti capillary refill time (CRT), suhu kulit, dan kekuatan nadi perifer. Pengukuran ABI dilakukan menggunakan doppler vaskular dengan prosedur standar untuk memastikan validitas hasil. Intervensi Buerger-Allen Exercise diberikan selama tiga hari berturut-turut dengan frekuensi tiga kali sehari, sesuai dengan protokol yang telah ditetapkan yaitu sekitar

**Novika Andora[1]*, Yunie Armiyani[2], Wanto Juli Silalahi[3]**

[1]Universitas Mitra Indonesia
[2]Universitas Muhammadiyah Semarang
[3]RSUD DR. A Dadi Tjokrodipo
Korespodensi penulis: Novika Andora. *Email: novikaandora@umitra.ac.id

DOI: https://doi.org/10.33024/hjk.v20i6.4108

17-23 menit dengan pembagian beberapa tahap: Tahap 1 yaitu elevasi (pengosongan arteri) pasien berbaring telentang.kaki diangkat dan disangga (menggunakan bantal/wedge) pada sudut 45◦ selama 2–3 menit.kaki dipertahankan hingga tampak pucat (*blanching*); Tahap 2 yaitu ependensi/*dangling* (pengisian arteri), pasien duduk di tepi tempat tidur dengan kaki menjuntai. Pasien melakukan gerakan kaki (memutar pergelangan kaki, fleksi-ekstensi jari kaki) selama 5–10 menit. Posisi ini dipertahankan hingga kaki tampak kemerahan (hiperemia reaktif); Tahap 3 yaitu istirahat (relaksasi) pasien kembali berbaring telentang (supine), kaki diletakkan mendatar dan ditutup selimut hangat selama 10 menit; Tahap 4 implementasi dan tahap 5 evaluasi.

Analisis data menggunakan uji normalitas untuk mengetahui apakah distribusi data nilai *Ankle-Brachial Index* (ABI) sebelum dan sesudah intervensi mengikuti distribusi normal. Jumlah sampel yang kecil, sehingga uji normalitas yang digunakan adalah *Shapiro-Wilk test* (Ghasemi & Zahediasl, 2012).

Penelitian ini menggunakan kerahasiaan data indentitas subjek dengan menggunakan inisial. Selain itu, telah mendapatkan izin penelitian dari Komisi Etik Penelitian Universitas Mitra Indonesia dengan nomor surat: S.25/003/FKES10/2026.

## HASIL

**Tabel 1. Distribusi Demografi Karakteristik Partisipan (N=10)**

| Variabel | Hasil |
|---|---|
| **Umur (n/%) (Mean±SD)(Median)(Rentang)(Tahun)** | (57.8±6.2)(58)(45 -68) |
| 40 – 50 | 2/20 |
| 51 – 60 | 4/40 |
| > 60 | 4/40 |
| **Jenis kelamin (n/%)** | |
| Laki – laki | 4/40 |
| Perempuan | 6/60 |
| **Lama DM (n/%) (Mean±SD)(Median)(Rentang)(Tahun)** | (7.2±3.1)(7)(3-12) |
| < 5 | 3/30 |
| 5 - 10 | 4/40 |
| >10 | 3/30 |
| **Nilai ABI awal (n/%)(Mean±SD)(Median)(Rentang)** | (0.78±0.09)(0.8)(0.65–0.90) |
| >0.7 | 3/30 |
| 0.7 – 0.9 | 7/70 |
| **Keluhan utama (n/%)** | |
| Kaki dingin | 4/40 |
| Kesemutan | 3/30 |
| Nyeri/kram | 2/20 |
| Kebas | 1/10 |

Berdasarkan Tabel 1. mayoritas partisipan berada pada kelompok usia >50 tahun (80%), sebagian besar partisipan adalah perempuan (60%), lama menderita DM selama 5–10 tahun dengan rata-rata 7.2 tahun. Nilai ABI awal pada seluruh partisipan berada pada kategori iskemia ringan (0.7–0.9) dan mengalami keluhan utama berupa kaki dingin sebanyak 4 partisipan (40%).

**Novika Andora[1]*, Yunie Armiyani[2], Wanto Juli Silalahi[3]**

[1]Universitas Mitra Indonesia
[2]Universitas Muhammadiyah Semarang
[3]RSUD DR. A Dadi Tjokrodipo
Korespodensi penulis: Novika Andora. *Email: novikaandora@umitra.ac.id

DOI: https://doi.org/10.33024/hjk.v20i6.4108

**Tabel 2. Perubahan Parameter Perfusi Perifer Per Hari**

| Variabel | Pre | Hari 1 | Hari 2 | Hari 3 |
|---|---|---|---|---|
| **Pengukuran CRT (Detik)** | | | | |
| R1 | >3 | 3 | 2–3 | <2 |
| R2 | >3 | 3 | 2 | <2 |
| R3 | 3 | 2–3 | 2 | <2 |
| R4 | >3 | >3 | 3 | <2 |
| R5 | 3 | 2–3 | 2 | <2 |
| R6 | 3 | 2–3 | 2 | <2 |
| R7 | 3 | 2 | <2 | <2 |
| R8 | >3 | 3 | 2–3 | <2 |
| R9 | 3 | 2–3 | 2 | <2 |
| R10 | 3 | 2–3 | 2 | <2 |
| **Pemeriksaan Suhu Kulit Ekstremitas** | | | | |
| R1 | Dingin | Dingin ringan | Hangat sebagian | Hangat |
| R2 | Dingin | Dingin ringan | Hangat sebagian | Hangat |
| R3 | Dingin | Hangat sebagian | Hangat | Hangat |
| R4 | Dingin | Dingin | Dingin ringan | Hangat |
| R5 | Dingin | Dingin ringan | Hangat | Hangat |
| R6 | Dingin | Dingin ringan | Hangat | Hangat |
| R7 | Agak dingin | Hangat sebagian | Hangat | Hangat |
| R8 | Dingin | Dingin ringan | Hangat sebagian | Hangat |
| R9 | Dingin | Dingin ringan | Hangat | Hangat |
| R10 | Dingin | Dingin ringan | Hangat | Hangat |
| **Kekuatan Nadi Periferr** | | | | |
| R1 | Lemah | Sedang | Sedang | Kuat |
| R2 | Lemah | Sedang | Kuat | Kuat |
| R3 | Lemah | Sedang | Kuat | Kuat |
| R4 | Lemah | Lemah | Sedang | Sedang |
| R5 | Sedang | Sedang | Kuat | Kuat |
| R6 | Sedang | Sedang | Kuat | Kuat |
| R7 | Sedang | Kuat | Kuat | Kuat |
| R8 | Lemah | Sedang | Sedang | Sedang |
| R9 | Sedang | Sedang | Kuat | Kuat |
| R10 | Sedang | Sedang | Kuat | Kuat |
| **Keluhan Subjektif** | | | | |
| R1 | Kesemutan | Berkurang | Ringan | Minimal |
| R2 | Nyeri | Berkurang | Ringan | Minimal |
| R3 | Kebas | Berkurang | Ringan | Minimal |
| R4 | Kesemutan | Kesemutan | Berkurang | Ringan |
| R5 | Nyeri | Berkurang | Ringan | Minimal |
| R6 | Kesemutan | Berkurang | Ringan | Minimal |

**Novika Andora[1*], Yunie Armiyani[2], Wanto Juli Silalahi[3]**

[1]Universitas Mitra Indonesia
[2]Universitas Muhammadiyah Semarang
[3]RSUD DR. A Dadi Tjokrodipo
Korespodensi penulis: Novika Andora. *Email: novikaandora@umitra.ac.id

DOI: https://doi.org/10.33024/hjk.v20i6.4108

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| R7 | Kebas | Berkurang | Ringan | Minimal |
| R8 | Kesemutan | Berkurang | Ringan | Ringan |
| R9 | Nyeri | Berkurang | Ringan | Minimal |
| R10 | Kesemutan | Berkurang | Minimal | Minimal |

Berdasarkan hasil pengamatan harian pada Tabel 2. terjadi perbaikan bertahap pada seluruh parameter perfusi perifer sejak hari pertama hingga hari ketiga intervensi. Perubahan paling awal terlihat pada hari pertama berupa perbaikan ringan pada waktu pengisian kapiler (CRT) dan penurunan keluhan subjektif. Hal ini menunjukkan adanya respon awal terhadap peningkatan aliran darah perifer akibat perubahan posisi ekstremitas selama latihan.

Pada hari kedua, perbaikan menjadi lebih nyata ditandai dengan sebagian besar partisipan mencapai CRT ≤2 detik, peningkatan suhu kulit menjadi hangat sebagian, serta penguatan nadi perifer. Kondisi ini menunjukkan adanya peningkatan perfusi jaringan yang lebih stabil dibandingkan hari pertama.

Pada hari ketiga, mayoritas partisipan menunjukkan kondisi perfusi yang mendekati normal, ditandai dengan CRT <2 detik, suhu kulit hangat, dan nadi perifer yang kuat. Selain itu, keluhan subjektif seperti kesemutan dan nyeri hampir seluruhnya berkurang atau minimal.

**Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk**

| ABI | Mean±SD | p-value | Keterangan |
|---|---|---|---|
| Pre-test | 0.77±0.07 | 0.138 | Normal |
| Post-test (Hari ke-3) | 0.91±0.05 | 0.121 | Normal |

Berdasarkan hasil uji Shapiro-Wilk pada Tabel 3. diperoleh p-*value* untuk data ABI pre-test sebesar 0.138 dan ABI *post-test* hari ke-3 sebesar 0.121**.** Kedua nilai tersebut lebih besar dari α = 0.05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal. Distribusi normal pada nilai ABI pre-test menunjukkan bahwa variasi data antar partisipan relatif homogen dan tidak terdapat penyimpangan ekstrem (outlier).

**Tabel 4. Data yang Dianalisis**

| Partisipan | Pre-test | Post-test (Hari ke-3) | Selisih |
|---|---|---|---|
| R1 | 0.70 | 0.88 | 0.18 |
| R2 | 0.75 | 0.90 | 0.15 |
| R3 | 0.80 | 0.93 | 0.13 |
| R4 | 0.65 | 0.82 | 0.17 |
| R5 | 0.78 | 0.91 | 0.13 |
| R6 | 0.82 | 0.94 | 0.12 |
| R7 | 0.90 | 0.98 | 0.08 |
| R8 | 0.72 | 0.87 | 0.15 |
| R9 | 0.77 | 0.90 | 0.13 |
| R10 | 0.79 | 0.92 | 0.13 |

Berdasarkan Tabel 4. Hasil uji paired t-test menunjukkan p-*value* sebesar <0.001 (p < 0.05)**,** yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai ABI sebelum dan sesudah intervensi. Nilai rata-rata ABI meningkat dari 0.77 menjadi 0.91, dengan rata-rata peningkatan sebesar 0.14. Peningkatan ini tidak hanya signifikan secara statistik, tetapi juga memiliki makna klinis, karena nilai ABI yang awalnya berada pada kategori gangguan perfusi ringan–sedang meningkat mendekati rentang normal (≥0.90).

**Novika Andora[1]*, Yunie Armiyani[2], Wanto Juli Silalahi[3]**

[1]Universitas Mitra Indonesia
[2]Universitas Muhammadiyah Semarang
[3]RSUD DR. A Dadi Tjokrodipo
Korespodensi penulis: Novika Andora. *Email: novikaandora@umitra.ac.id

DOI: https://doi.org/10.33024/hjk.v20i6.4108

**Tabel 5. Uji Paired T-Test**

| Parameter | Nilai |
|---|---|
| Mean selisih | 0.14 |
| t hitung | 13.56 |
| Df | 9 |
| p-value | 0.000 |

Berdasarkan Tabel 5. nilai t hitung yang tinggi (t = 13.56), menunjukkan bahwa perbedaan antara pre-test dan post-test sangat kuat dan konsisten pada seluruh partisipan. Secara klinis, peningkatan nilai ABI menunjukkan adanya perbaikan perfusi perifer pada ekstremitas bawah.

## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian, distribusi usia partisipan menunjukkan bahwa sebagian besar berada pada kelompok usia 51–60 tahun dan >60 tahun, masing-masing sebesar 40%. Dominasi usia dewasa akhir hingga lanjut usia ini memiliki implikasi langsung terhadap fungsi vaskular perifer. Proses penuaan berkaitan dengan penurunan elastisitas pembuluh darah, peningkatan kekakuan arteri, serta disfungsi endotel yang menyebabkan kemampuan vasodilatasi menurun (An et al., 2021; Vagnozzi et al., 2018). Kondisi tersebut berkontribusi terhadap penurunan aliran darah perifer dan meningkatkan risiko terjadinya gangguan perfusi pada ekstremitas bawah. Laporan dari *American Diabetes Association* juga menyatakan bahwa usia lanjut merupakan faktor risiko utama terjadinya komplikasi vaskular pada pasien DM tipe 2 (American Diabetes Association, 2024).

Distribusi jenis kelamin menunjukkan bahwa mayoritas partisipan adalah perempuan (60%), sedangkan laki-laki sebesar 40%. Perbedaan ini dapat dianalisis dari aspek fisiologis dan hormonal. Perempuan, terutama pada fase pascamenopause, mengalami penurunan kadar estrogen yang berperan dalam menjaga fungsi endotel dan elastisitas vaskular. Penurunan hormon ini menyebabkan peningkatan risiko aterosklerosis dan gangguan perfusi perifer. Disisi lain, laki-laki memiliki kecenderungan faktor risiko kardiovaskular yang lebih tinggi terkait gaya hidup, namun dalam konteks penelitian ini dominasi perempuan menunjukkan bahwa faktor hormonal kemungkinan lebih berperan dalam terjadinya gangguan perfusi perifer. Hal ini sejalan dengan konsep fisiologi vaskular (Guyton & Hall, 2021).

Karakteristik lama menderita DM menunjukkan bahwa sebagian besar partisipan berada pada rentang 5–10 tahun (40%), diikuti oleh <5 tahun dan >10 tahun masing-masing sebesar 30%. Durasi penyakit memiliki hubungan erat dengan progresivitas kerusakan vaskular. Hiperglikemia kronis dalam jangka panjang menyebabkan akumulasi *advanced glycation end-products* (AGEs) yang memicu stres oksidatif dan kerusakan endotel, sehingga mempercepat terjadinya mikroangiopati dan makroangiopati. Semakin lama durasi penyakit, semakin besar kemungkinan terjadinya gangguan perfusi perifer yang bersifat struktural. Namun, distribusi yang relatif merata pada penelitian ini menunjukkan bahwa partisipan berada pada spektrum durasi penyakit yang masih memungkinkan adanya respons terhadap intervensi, terutama pada kelompok dengan durasi <10 tahun (Tortora & Derrickson, 2020).

Nilai ABI awal menunjukkan bahwa mayoritas partisipan berada pada rentang 0.7–0.9 (70%), sedangkan 30% memiliki nilai <0.7. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sebagian besar partisipan mengalami gangguan perfusi perifer derajat ringan hingga sedang. Nilai ABI pada rentang tersebut masih menunjukkan adanya aliran darah yang relatif adekuat meskipun sudah mengalami penurunan. Sementara itu, partisipan dengan nilai <0.7 menunjukkan gangguan perfusi yang lebih signifikan, namun belum sepenuhnya masuk dalam kategori berat. Distribusi ini menjadi penting karena menunjukkan, bahwa sebagian besar partisipan masih berada pada fase gangguan perfusi yang bersifat fungsional dan potensial untuk mengalami perbaikan melalui intervensi non- farmakologis.

**Novika Andora[1]*, Yunie Armiyani[2], Wanto Juli Silalahi[3]**

[1]Universitas Mitra Indonesia
[2]Universitas Muhammadiyah Semarang
[3]RSUD DR. A Dadi Tjokrodipo
Korespodensi penulis: Novika Andora. *Email: novikaandora@umitra.ac.id

DOI: https://doi.org/10.33024/hjk.v20i6.4108

Keluhan utama yang dialami partisipan didominasi oleh kaki dingin (40%), diikuti kesemutan (30%), nyeri/kram (20%), dan kebas (10%). Pola keluhan ini mencerminkan manifestasi klinis dari gangguan perfusi perifer dan neuropati diabetik. Sensasi dingin menunjukkan adanya penurunan aliran darah ke jaringan perifer, sedangkan kesemutan dan kebas berkaitan dengan gangguan fungsi saraf akibat hipoksia jaringan (Ertistiarsa et al., 2026; Istiroha & Harmayetty, 2017). Nyeri dan kram dapat terjadi akibat akumulasi metabolit akibat perfusi yang tidak adekuat. Variasi keluhan ini menunjukkan bahwa gangguan yang dialami partisipan tidak hanya bersifat vaskular, tetapi juga melibatkan komponen neurovaskular. Hal ini memperkuat bahwa intervensi yang meningkatkan aliran darah perifer berpotensi memberikan perbaikan baik secara fisiologis maupun simptomatik.

Analisis terhadap karakteristik partisipan menunjukkan, bahwa populasi penelitian berada pada kondisi yang secara klinis dan fisiologis masih memungkinkan terjadinya perbaikan perfusi perifer. Dominasi usia lanjut, durasi penyakit menengah, serta nilai ABI awal yang sebagian besar berada pada kategori ringan hingga sedang menunjukkan bahwa gangguan perfusi yang terjadi belum sepenuhnya irreversibel. Kondisi ini menjadi faktor pendukung yang menjelaskan respons positif terhadap intervensi *buerger-allen exercise*. Karakteristik partisipan dalam penelitian ini menggambarkan kelompok pasien DM tipe 2 dengan gangguan perfusi perifer yang masih berada pada tahap adaptif, sehingga memiliki potensi respons yang baik terhadap intervensi non-farmakologis. Kombinasi faktor usia, jenis kelamin, durasi penyakit, serta kondisi perfusi awal menjadi dasar yang rasional dalam menjelaskan efektivitas intervensi yang diberikan, sekaligus memperkuat validitas hasil penelitian secara klinis dan fisiologis.

Hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan nilai ABI pada seluruh partisipan setelah pemberian intervensi *buerger-allen exercise* selama tiga hari. Nilai ABI *pre-test* berada pada rentang 0.65–0.90 dengan rata-rata sebesar 0.77 (SD = 0.07), yang mengindikasikan adanya gangguan perfusi perifer derajat ringan hingga sedang. Setelah intervensi, nilai ABI meningkat menjadi 0.82–0.98 dengan rata-rata sebesar 0.91 (SD = 0.05), yang mendekati batas normal perfusi perifer. Peningkatan ini terlihat konsisten pada seluruh partisipan dengan selisih rata-rata sebesar 0.14 (SD = 0.03), menunjukkan bahwa intervensi memberikan efek yang merata tanpa adanya penurunan nilai pada satu pun subjek. peningkatan pada masing-masing partisipan menunjukkan variasi respons yang tetap berada dalam pola peningkatan yang homogen. Partisipan dengan nilai awal yang lebih rendah, seperti R4 (0.65), mengalami peningkatan yang relatif lebih besar (Δ = 0.17), sedangkan partisipan dengan nilai awal mendekati normal, seperti R7 (0.90), menunjukkan peningkatan yang lebih kecil (Δ = 0.08). Pola ini mengindikasikan adanya fenomena *ceiling effect*, di mana individu dengan kondisi awal yang lebih baik memiliki ruang peningkatan yang lebih terbatas. Temuan ini memperkuat bahwa intervensi bekerja secara fisiologis sesuai dengan kondisi dasar perfusi masing-masing individu.

Hasil uji statistik menggunakan paired t-test menunjukkan nilai t hitung sebesar 13.56 dengan p-*value* < 0.001 (p < 0.05), yang menandakan bahwa perbedaan antara nilai ABI sebelum dan sesudah intervensi bersifat sangat signifikan secara statistik. Nilai t yang tinggi menunjukkan bahwa perbedaan yang terjadi tidak hanya konsisten, tetapi juga memiliki kekuatan efek yang besar. Hal ini sejalan dengan nilai rata-rata selisih yang relatif homogen antar partisipan, sehingga memperkecil kemungkinan variasi acak sebagai penyebab perubahan yang terjadi. Temuan ini mendukung bahwa peningkatan perfusi perifer merupakan hasil dari intervensi yang diberikan, bukan semata-mata fluktuasi fisiologis.

Secara fisiologis, peningkatan nilai ABI mencerminkan adanya perbaikan aliran darah arteri perifer pada ekstremitas bawah. Mekanisme utama yang mendasari perubahan ini adalah peningkatan aliran darah melalui *reactive hyperemia* akibat perubahan posisi ekstremitas selama *buerger-allen exercise*. Pada fase elevasi, terjadi penurunan aliran darah sementara yang diikuti oleh peningkatan aliran darah secara signifikan pada fase dependen. Respons ini meningkatkan suplai oksigen dan nutrisi ke jaringan perifer, sehingga memperbaiki perfusi secara bertahap (Guyton & Hall, 2021). Selain itu, perubahan posisi berulang juga merangsang aktivasi pembuluh darah kolateral yang berperan dalam memperluas jalur aliran darah ke area yang mengalami hipoperfusi (Tortora & Derrickson, 2020).

**Novika Andora[1]*, Yunie Armiyani[2], Wanto Juli Silalahi[3]**

[1]Universitas Mitra Indonesia
[2]Universitas Muhammadiyah Semarang
[3]RSUD DR. A Dadi Tjokrodipo
Korespodensi penulis: Novika Andora. *Email: novikaandora@umitra.ac.id

DOI: https://doi.org/10.33024/hjk.v20i6.4108

Peningkatan nilai ABI yang terjadi dalam waktu relatif singkat menunjukkan bahwa efek intervensi lebih dominan bersifat fungsional dibandingkan struktural. Perubahan struktural pada pembuluh darah, seperti perbaikan elastisitas atau remodeling vaskular, umumnya memerlukan waktu yang lebih lama. Oleh karena itu, hasil yang diperoleh dalam penelitian ini lebih mencerminkan peningkatan respons hemodinamik dan adaptasi vaskular sementara yang masih dapat berkembang lebih lanjut dengan intervensi berkelanjutan. Hal ini sejalan dengan pedoman *American Diabetes Association* tahun 2024 yang menyatakan, bahwa intervensi non-farmakologis seperti latihan fisik dapat memberikan perbaikan fungsi vaskular secara bertahap melalui peningkatan aliran darah dan respons endotel.

Analisis hasil ini juga menunjukkan adanya keterkaitan antara peningkatan nilai ABI dengan perbaikan parameter klinis lainnya yang telah diamati sebelumnya, seperti capillary refill time, suhu kulit, dan kekuatan nadi perifer. Keselarasan antara data objektif (ABI) dan temuan klinis memperkuat bahwa perubahan yang terjadi memiliki makna klinis yang nyata, bukan sekadar perubahan numerik. Kondisi ini menunjukkan bahwa intervensi Buerger-Allen Exercise mampu memberikan dampak yang komprehensif terhadap sistem perfusi perifer.

Hasil penerapan Buerger-Allen Exercise dalam penelitian ini menunjukkan efektivitas yang tinggi dalam meningkatkan perfusi perifer pada pasien Diabetes Melitus Tipe 2. Peningkatan nilai ABI yang signifikan, konsisten, dan didukung oleh mekanisme fisiologis yang jelas menunjukkan bahwa intervensi ini memiliki dasar ilmiah yang kuat. Peneliti menilai bahwa keberhasilan intervensi tidak hanya dipengaruhi oleh metode yang digunakan, tetapi juga oleh kondisi dasar partisipan yang masih berada pada tahap gangguan perfusi yang bersifat reversibel, sehingga memungkinkan terjadinya respons adaptif yang optimal terhadap latihan yang diberikan.

Hasil penerapan *buerger-allen exercise* dalam penelitian ini menunjukkan adanya perbaikan perfusi perifer yang signifikan pada pasien Diabetes Melitus Tipe 2. Indikator utama yang digunakan, yaitu nilai Ankle-Brachial Index (ABI), mengalami peningkatan pada seluruh partisipan tanpa terkecuali. Nilai rata-rata ABI meningkat dari 0.77 menjadi 0.91 dengan selisih rata-rata sebesar 0.14. Peningkatan ini menunjukkan pergeseran kondisi perfusi dari kategori gangguan ringan–sedang menuju rentang mendekati normal, yang secara klinis mencerminkan perbaikan aliran darah pada ekstremitas bawah.

Konsistensi peningkatan pada seluruh partisipan menunjukkan bahwa intervensi yang diberikan memiliki efek yang merata dan tidak bersifat parsial. Variasi nilai selisih yang relatif kecil (SD = 0.03) mengindikasikan bahwa respons terhadap intervensi cenderung homogen, sehingga memperkuat dugaan bahwa perubahan yang terjadi merupakan hasil langsung dari intervensi, bukan akibat variasi individu semata. Partisipan dengan nilai ABI awal yang lebih rendah cenderung mengalami peningkatan yang lebih besar dibandingkan dengan partisipan yang memiliki nilai awal mendekati normal. Fenomena ini menunjukkan adanya hubungan antara kondisi dasar perfusi dengan besarnya respons terhadap intervensi, di mana jaringan dengan perfusi yang lebih terganggu memiliki potensi perbaikan yang lebih besar (Palacios-Abril et al., 2025).

Secara statistik, hasil uji *paired t-test* menunjukkan nilai $p < 0.001$, yang menandakan bahwa perbedaan antara kondisi sebelum dan sesudah intervensi sangat signifikan. Nilai t hitung yang tinggi (13.56) menunjukkan kekuatan efek yang besar, sehingga kecil kemungkinan bahwa perubahan yang terjadi disebabkan oleh faktor kebetulan. Hal ini menunjukkan bahwa *buerger-allen exercise* memiliki efektivitas yang kuat dalam meningkatkan perfusi perifer pada populasi penelitian ini.

Berdasarkan sudut pandang fisiologis, perbaikan perfusi perifer yang terjadi dapat dijelaskan melalui mekanisme hemodinamik yang diinduksi oleh perubahan posisi ekstremitas. Pada fase elevasi, terjadi penurunan aliran darah sementara akibat pengaruh gravitasi, yang kemudian diikuti oleh peningkatan aliran darah secara signifikan pada fase dependen. Mekanisme ini dikenal sebagai *reactive hyperemia*, yang berperan dalam meningkatkan suplai oksigen dan nutrisi ke jaringan perifer (Guyton & Hall, 2021). Selain itu, perubahan posisi yang dilakukan secara berulang dapat merangsang pembukaan pembuluh darah kolateral, sehingga meningkatkan distribusi aliran darah ke jaringan yang sebelumnya mengalami hipoperfusi (Tortora & Derrickson, 2020).

Intervensi ini juga berkontribusi terhadap

**Novika Andora[1]*, Yunie Armiyani[2], Wanto Juli Silalahi[3]**

[1]Universitas Mitra Indonesia
[2]Universitas Muhammadiyah Semarang
[3]RSUD DR. A Dadi Tjokrodipo
Korespodensi penulis: Novika Andora. *Email: novikaandora@umitra.ac.id

DOI: https://doi.org/10.33024/hjk.v20i6.4108

peningkatan fungsi endotel melalui stimulasi aliran darah yang berulang. Peningkatan shear stress pada dinding pembuluh darah dapat merangsang pelepasan nitric oxide (NO), yang berperan dalam vasodilatasi dan peningkatan aliran darah perifer. Mekanisme ini sangat relevan pada pasien Diabetes Melitus Tipe 2 yang umumnya mengalami disfungsi endotel akibat hiperglikemia kronis (American Diabetes Association, 2024). Dengan demikian, *buerger-allen exercise* tidak hanya meningkatkan aliran darah secara mekanis, tetapi juga memperbaiki fungsi vaskular secara fungsional.

Perbaikan perfusi perifer yang ditunjukkan melalui peningkatan nilai ABI juga didukung oleh perubahan parameter klinis lainnya, seperti perbaikan *capillary refill time*, peningkatan suhu kulit, serta penguatan nadi perifer. Selain itu, keluhan subjektif seperti kesemutan, nyeri, dan rasa dingin pada ekstremitas juga dilaporkan berkurang. Kesesuaian antara data objektif dan subjektif ini menunjukkan bahwa intervensi memberikan dampak yang komprehensif terhadap kondisi pasien namun, perlu dipertimbangkan bahwa peningkatan yang terjadi dalam waktu tiga hari kemungkinan masih bersifat fungsional dan belum mencerminkan perubahan struktural pada pembuluh darah. Perbaikan struktural seperti remodeling vaskular dan peningkatan elastisitas pembuluh darah memerlukan waktu yang lebih lama dan intervensi yang berkelanjutan. Oleh karena itu, meskipun hasil yang diperoleh menunjukkan efektivitas yang tinggi, keberlanjutan latihan tetap diperlukan untuk mempertahankan dan mengoptimalkan hasil yang telah dicapai.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh partisipan mengalami peningkatan nilai Ankle-Brachial Index (ABI) setelah pemberian intervensi *buerger-allen exercise*. Nilai rata-rata ABI meningkat dari 0.77 menjadi 0.91 dengan selisih rata-rata sebesar 0.14. Peningkatan ini menunjukkan adanya perbaikan perfusi perifer yang signifikan secara klinis.

Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa partisipan dengan nilai ABI awal yang lebih rendah cenderung mengalami peningkatan yang lebih besar dibandingkan dengan partisipan yang memiliki nilai awal mendekati normal. Hal ini menunjukkan adanya hubungan antara kondisi dasar perfusi dengan besarnya respons terhadap intervensi. Fenomena ini dapat dijelaskan melalui konsep adaptasi vaskular, di mana jaringan dengan perfusi yang lebih terganggu memiliki kapasitas respons yang lebih besar terhadap peningkatan aliran darah (Roy & Secomb, 2021).

Hasil uji statistik menggunakan *paired t-test* menunjukkan nilai $p < 0.001$, yang menandakan bahwa perbedaan antara kondisi sebelum dan sesudah intervensi bersifat sangat signifikan. Nilai ini menunjukkan bahwa perubahan yang terjadi bukan disebabkan oleh kebetulan, melainkan merupakan efek dari intervensi yang diberikan. Partisipan menunjukkan peningkatan, namun terdapat variasi dalam besarnya perubahan yang terjadi. Hal ini menunjukkan bahwa respons terhadap intervensi dipengaruhi oleh faktor individu seperti usia, durasi penyakit, dan kondisi vaskular awal. Variasi ini justru memperkuat validitas hasil penelitian, karena mencerminkan kondisi klinis yang nyata dan tidak bersifat homogen secara absolut.

## SIMPULAN

Analisis hasil penerapan *buerger-allen exercise* dalam penelitian ini menunjukkan bahwa intervensi tersebut efektif dalam meningkatkan perfusi perifer pada pasien DM tipe 2, baik secara statistik maupun klinis. Keberhasilan intervensi ini tidak hanya dipengaruhi oleh mekanisme fisiologis yang mendasarinya, tetapi juga oleh kondisi awal partisipan yang masih berada pada tahap gangguan perfusi yang bersifat reversibel, sehingga memungkinkan terjadinya respons adaptif yang optimal terhadap intervensi yang diberikan.

## DAFTAR PUSTAKA

American Diabetes Association. (2024). *Standards of care in diabetes*. Diakses dari: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38078589/

An, L., Chopp, M., Zacharek, A., Shen, Y., Chen, Z., Qian, Y., & Venkat, P. (2021). Cardiac dysfunction in a mouse vascular dementia model of bilateral common carotid artery stenosis. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, *8*, 681572.

Chang, C. C., Chen, M. Y., Shen, J. H., Lin, Y. B., Hsu, W. W., & Lin, B. S. (2016). A quantitative real-time assessment of Buerger exercise on dorsal foot peripheral skin circulation in patients with diabetes foot. *Medicine*, *95*(46), e5334.

**Novika Andora[1]*, Yunie Armiyani[2], Wanto Juli Silalahi[3]**

[1]Universitas Mitra Indonesia
[2]Universitas Muhammadiyah Semarang
[3]RSUD DR. A Dadi Tjokrodipo
Korespodensi penulis: Novika Andora. *Email: novikaandora@umitra.ac.id

DOI: https://doi.org/10.33024/hjk.v20i6.4108

Ertistiarsa, E., Nataliswati, T., Ciptaningtyas, M. D., & Solikhah, F. K. (2026). Pengaruh Kombinasi Terapi Foot Massage Dan Senam Kaki Diabetik Terhadap Nilai Ankle Brachial Indeks Pada Lansia DM Tipe 2 Di Puskesmas Polowijen Kota Malang. *Borneo Nursing Journal (BNJ)*, *8*(2), 670-687.

Ghasemi, A., & Zahediasl, S. (2012). Normality tests for statistical analysis: a guide for non-statisticians. *International journal of endocrinology and metabolism*, *10*(2), 486.

Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2021). *Textbook of medical physiology (14TH Ed)*. Elsevier inc.

International Diabetes Federation. (2021). IDF Diabetes Atlas 10th Edition 2021. Diakses dari: https://idf.org/news-and-resources/resources/idf-diabetes-atlas-2021/

Istiroha, I., & Harmayetty, H. (2017). Pengaruh Aktivitas Perlindungan Kaki Terhadap Sensasi Proteksi Dan Range Of Motion Kaki Pada Penderita Dibetes Melitus Tipe 2 Dengan Neuropati Perifer. *Journal of Health Sciences*, *10*(2).

Kavitha, M., Sabari, V., Sakthi, P. S., & Ronald, R. (2024). Effectiveness of Buerger's Allen exercise on improving lower extremity perfusion among patients with type 2 diabetes mellitus.

Kusdiyah, E., Makmur, M. J., & Aras, R. B. P. (2021). Karakteristik faktor-faktor risiko terjadinya komplikasi kronik nefropati diabetik dan atau penyakit pembuluh darah perifer pada penderita diabetes mellitus di RSUD Raden Mattaher tahun 2018. *Scientific Of Environmental Health and Diseases*, *1*(1).

Li, Y., Liu, Y., Liu, S., Gao, M., Wang, W., Chen, K., & Liu, Y. (2023). Diabetic vascular diseases: molecular mechanisms and therapeutic strategies. *Signal transduction and targeted therapy*, *8*(1), 152.

Palacios-Abril, L., Tardáguila-García, A., Álvaro-Afonso, F. J., Tejeda-Ramírez, S., López-Moral, M., & Lázaro-Martínez, J. L. (2025). Fifteen-minute walk improves microcirculation in people with diabetes mellitus. *Microvascular Research*, 104897.

Phillips, R. E. (2017). The Clinician's Guide to Examination of the Diabetic Foot. In *The Physical Exam: An Innovative Approach in the Age of Imaging* (pp. 287-318). Cham: Springer International Publishing.

Qomariah, S. N., Susanti, S., Kristiani, R. B., Fajriyah, N., Suroso, H., Yobel, S., & Bakar, A. (2023). Edukasi-pendampingan buerger allen exercise dan 5 pilar terhadap perubahan pengetahuan dan performa kesehatan fisik pasien diabetik neuropati perifer. *Community Development in Health Journal*, 120-129.

Radhika, J., Poomalai, G., Nalini, S., & Revathi, R. (2020). Effectiveness of buerger-allen exercise on lower extremity perfusion and peripheral neuropathy symptoms among patients with diabetes mellitus. *Iranian journal of nursing and midwifery research*, *25*(4), 291.

Roy, T. K., & Secomb, T. W. (2021). Effects of impaired microvascular flow regulation on metabolism-perfusion matching and organ function. *Microcirculation*, *28*(3), e12673.

Tesfaye, S., & Didangelos, T. (2024). Diabetic neuropathy. In *The Diabetic Foot: Medical and Surgical Management* (pp. 27-46). Cham: Springer International Publishing.

Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2020). *Principles of anatomy and physiology (16TH Ed)*.. John wiley & sons.

Vagnozzi, R. J., Molkentin, J. D., & Houser, S. R. (2018). New myocyte formation in the adult heart: endogenous sources and therapeutic implications. *Circulation research*, *123*(2), 159-176.

Zheng, Y., Ley, S. H., & Hu, F. B. (2018). Global aetiology and epidemiology of type 2 diabetes mellitus and its complications. *Nature reviews endocrinology*, *14*(2), 88-98.

**Novika Andora[1]*, Yunie Armiyani[2], Wanto Juli Silalahi[3]**

[1]Universitas Mitra Indonesia
[2]Universitas Muhammadiyah Semarang
[3]RSUD DR. A Dadi Tjokrodipo
Korespodensi penulis: Novika Andora. *Email: novikaandora@umitra.ac.id

DOI: https://doi.org/10.33024/hjk.v20i6.4108