

**EFEKTIVITAS *OFF-LOADING FOOTWEAR* TERHADAP PENURUNAN  
TEKANAN PLANTAR PADA PASIEN DIABETES MELITUS:  
*LITERATURE REVIEW***

**Ni Made Sinta Maharani**<sup>1CA</sup>

Email: [sinta.maharani.2@student.undiksha.ac.id](mailto:sinta.maharani.2@student.undiksha.ac.id) (*Corresponding author*)

<sup>1</sup>Program Studi S1 Keperawatan, Universitas Pendidikan Ganesha

**Ni Putu Hemalina Cahyarani Putri**<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Program Studi S1 Keperawatan, Universitas Pendidikan Ganesha

**Komang Agus Jerry Widyanata**<sup>3</sup>

<sup>3</sup>Program Studi Profesi Ners, Universitas Pendidikan Ganesha

**Komang Noviantari**<sup>4</sup>

<sup>4</sup>Program Studi Profesi Ners, Universitas Pendidikan Ganesha

**ABSTRAK**

Diabetes melitus merupakan penyakit kronis yang dapat menimbulkan berbagai komplikasi, salah satunya ulkus kaki diabetik yang dipengaruhi oleh tingginya tekanan plantar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan *off-loading footwear* dalam menurunkan tekanan plantar pada pasien diabetes melitus. Metode yang digunakan adalah *literature review* dengan mengkaji artikel penelitian yang relevan melalui pencarian pada beberapa database ilmiah menggunakan kata kunci terkait diabetes, tekanan plantar, dan *off-loading footwear*. Artikel yang memenuhi kriteria inklusi berupa studi intervensi dengan desain randomized controlled trial, quasi-experimental, dan pre-post test pada pasien dewasa dengan diabetes melitus tipe 1 atau tipe 2, dengan atau tanpa neuropati perifer, yang berisiko atau memiliki riwayat *diabetic foot ulcer*, serta mengevaluasi penggunaan *off-loading footwear* terhadap tekanan plantar atau risiko ulkus kaki diabetik dianalisis dan disintesis untuk mengevaluasi efektivitas intervensi. Hasil kajian menunjukkan bahwa berbagai jenis *off-loading footwear*, seperti *therapeutic footwear*, *rocker sole shoes*, *insole* terapeutik, dan *removable cast walker* efektif dalam menurunkan tekanan plantar. Efektivitas tersebut dipengaruhi oleh jenis perangkat, desain alas kaki, serta kepatuhan pasien dalam penggunaan sehari-hari. Kesimpulan penelitian ini adalah penggunaan *off-loading footwear* terbukti efektif dalam menurunkan tekanan plantar pada pasien diabetes melitus, sehingga berpotensi mengurangi risiko ulkus kaki diabetik. Peran perawat penting dalam edukasi perawatan kaki, skrining risiko, dan meningkatkan kepatuhan penggunaan alas kaki terapeutik sebagai upaya pencegahan komplikasi.

**Kata kunci:** diabetes melitus; kaki diabetik; *off-loading footwear*; tekanan plantar; *therapeutic footwear*

## **PENDAHULUAN**

Diabetes melitus (DM) merupakan salah satu masalah kesehatan global dengan jumlah kasus yang terus meningkat. International Diabetes Federation (IDF) melaporkan bahwa pada tahun 2024 terdapat sekitar 589 juta orang dewasa hidup dengan DM dan jumlah ini diproyeksikan meningkat menjadi 853 juta pada tahun 2050. Indonesia termasuk negara dengan beban diabetes yang tinggi, dengan prevalensi pada populasi dewasa mencapai 11,3% atau sekitar 20,4 juta jiwa (IDF, 2024). DM merupakan penyakit metabolik kronis yang ditandai dengan hiperglikemia persisten akibat gangguan sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya. Kondisi ini dalam jangka panjang dapat menyebabkan kerusakan vaskular dan saraf perifer serta meningkatkan risiko komplikasi kronis (Ahmed et al., 2020).

Salah satu komplikasi kronis paling serius dari DM adalah ulkus kaki diabetik yang berhubungan erat dengan infeksi, amputasi ekstremitas bawah, dan peningkatan mortalitas sehingga mencerminkan prognosis yang buruk (Adeyemi et al., 2025). Secara global, prevalensi ulkus kaki diabetik mencapai sekitar 6,3% dan berkontribusi terhadap 50–70% kasus amputasi ekstremitas bawah non-traumatik. Di Indonesia, kejadian ulkus kaki diabetik dilaporkan berkisar antara 7–24% dan hingga kini masih menjadi permasalahan klinis yang belum tertangani secara optimal (Marini et al., 2025). Tingginya angka morbiditas, amputasi, dan mortalitas tersebut menegaskan pentingnya

pengendalian faktor risiko yang dapat dimodifikasi dalam tata laksana DM.

Salah satu faktor biomekanik utama yang berperan dalam terjadinya ulkus kaki diabetik adalah tekanan plantar berlebih, terutama pada pasien DM dengan neuropati perifer (Parveen et al., 2025). Neuropati perifer menyebabkan gangguan fungsi saraf dan perubahan distribusi beban saat berdiri maupun berjalan (Ahmed et al., 2020). Neuropati motorik memicu kelemahan otot intrinsik dan perubahan bentuk kaki sehingga terjadi pergeseran beban ke area tertentu (Bose et al., 2024). Neuropati sensorik menghilangkan sensasi protektif, sedangkan neuropati otonom menurunkan integritas kulit, sehingga secara keseluruhan meningkatkan kerentanan jaringan plantar terhadap ulserasi (Ahmed et al., 2020).

Pasien DM diketahui memiliki tekanan plantar yang lebih tinggi dibandingkan individu non-diabetes, baik saat berdiri maupun berjalan (Bose et al., 2024). Tekanan yang terlokalisasi dan berulang dapat memicu pembentukan kalus sebagai tanda pra-ulseratif (Rumanes et al., 2025). Jika kondisi ini tidak dikendalikan, kerusakan jaringan plantar dapat berkembang secara progresif hingga terbentuk ulkus kaki diabetik (Ahmed et al., 2020). Hal ini menunjukkan bahwa tekanan plantar berlebih merupakan faktor klinis yang signifikan dalam proses terjadinya ulkus kaki diabetik (Parveen et al., 2025).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *off-loading footwear* efektif dalam menurunkan tekanan plantar pada

pasien diabetes melitus. Stief & Walther (2026) melaporkan bahwa penggunaan *therapeutic rocker footwear* dengan peningkatan kekakuan *midsole* mampu menurunkan tekanan pada area *forefoot* dan jari kaki secara signifikan serta mengurangi beban dorsifleksi pada area metatarsophalangeal. Selain itu, Jannah et al. (2024) dalam *systematic review* menunjukkan bahwa penggunaan *insole design footwear* bermanfaat dalam menurunkan tekanan plantar dan kejadian ulkus kaki pada pasien diabetes tipe 2. Namun, beberapa penelitian lain menunjukkan hasil yang belum konsisten, seperti penelitian oleh Chatpun et al. (2025) yang menemukan bahwa penggunaan *3D-printed insoles* tidak menunjukkan perbedaan signifikan tekanan plantar dibandingkan berjalan tanpa *insole*, meskipun terjadi penurunan tekanan pada area *hindfoot*. Penelitian lain oleh Nouman et al. (2024) juga melaporkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan efektivitas antara *prefabricated*, *relasting*, dan *double rocker-modified shoes* dalam menurunkan dan mendistribusikan tekanan plantar pada area berisiko tinggi. Perbedaan hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa efektivitas *off-loading footwear* masih memerlukan kajian lebih lanjut sehingga diperlukan *literature review* untuk menganalisis dan mensintesis hasil penelitian terkait efektivitas *off-loading footwear* terhadap penurunan tekanan plantar pada pasien diabetes melitus.

Sebagai upaya pencegahan terjadinya ulkus kaki diabetik akibat tekanan plantar

berlebih, penggunaan *off-loading footwear* direkomendasikan untuk mengurangi tekanan plantar dengan mendistribusikan beban mekanik dari area bertekanan tinggi ke area yang lebih toleran (Schaper et al., 2023). Intervensi ini mencakup alas kaki terapeutik, *rocker sole shoes*, dan *therapeutic insole* yang digunakan dalam perawatan konservatif pasien DM. Meskipun menunjukkan potensi dalam menurunkan tekanan plantar selama berjalan (Collings et al., 2023), efektivitasnya masih dipengaruhi oleh variasi jenis intervensi dan kepatuhan penggunaan pasien (Kumar et al., 2025). Oleh karena itu, kebaruan penelitian ini terletak pada sintesis komprehensif mengenai efektivitas berbagai jenis *off-loading footwear* serta faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilannya. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apakah penggunaan *off-loading footwear* efektif dalam menurunkan tekanan plantar pada pasien diabetes melitus serta bagaimana perbedaan efektivitas berdasarkan jenis intervensi dan kepatuhan penggunaan. Penelitian ini menggunakan metode *literature review* dengan tujuan mengevaluasi efektivitas *off-loading footwear* dalam menurunkan tekanan plantar pada pasien diabetes melitus.

## **METODE PENELITIAN**

### **Desain penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan literatur (*literature review*) untuk mengevaluasi efektivitas *off-loading footwear* dalam menurunkan tekanan plantar pada pasien diabetes melitus. Penulisan artikel ini mengacu pada

pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)* untuk memastikan proses identifikasi dan seleksi artikel dilakukan secara sistematis. Artikel yang dipilih merupakan publikasi berbahasa Indonesia dan Inggris, tersedia dalam teks lengkap, serta penelitian pada manusia dengan batas waktu publikasi sepuluh tahun terakhir. Kriteria inklusi meliputi penelitian pada pasien dewasa dengan diabetes melitus tipe 1 atau tipe 2, dengan atau tanpa neuropati perifer, yang berisiko atau memiliki riwayat *diabetic foot ulcer*, serta mengevaluasi intervensi *off-loading footwear* seperti sepatu terapeutik, *rocker sole shoes*, *removable cast walker*, dan *therapeutic insole* dengan luaran berupa tekanan plantar atau indikator klinis terkait. Studi dengan desain *randomized controlled trial*, *quasi-experimental*, *pre-post test*, dan studi intervensi lainnya disertakan, sedangkan artikel berupa *review*, *meta-analysis*, laporan kasus, dan penelitian non-manusia dikeluarkan dari analisis.

#### **Strategi Pencarian**

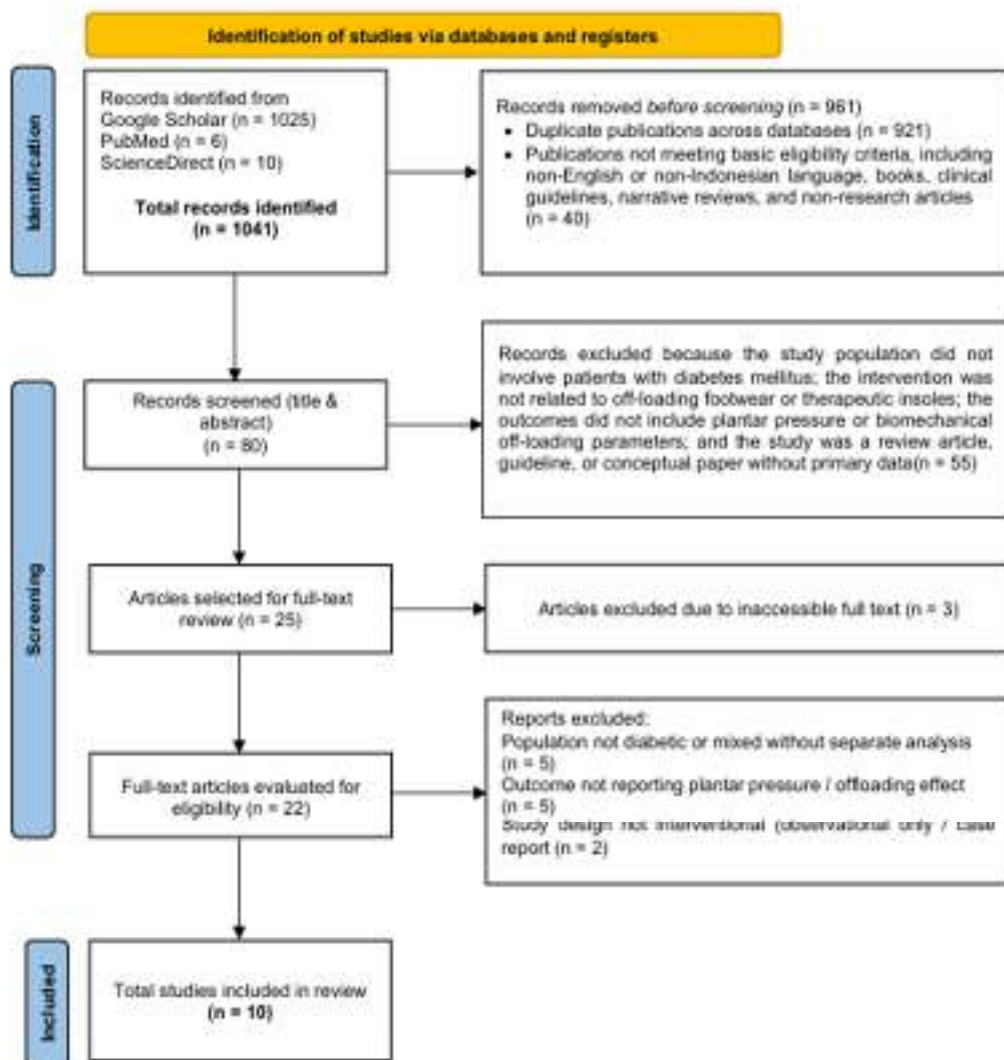
Pencarian sumber data dilakukan secara sistematis melalui database online seperti PubMed, ScienceDirect, dan Google Scholar. Strategi pencarian menggunakan kombinasi kata kunci dalam **bahasa Inggris dan bahasa Indonesia, yaitu (“diabetes mellitus” OR “diabetes melitus” OR “diabetes”) AND (“off-loading footwear” OR “therapeutic footwear” OR “alas kaki terapeutik”) AND (“plantar**

**pressure” OR “plantar pressure reduction” OR “tekanan plantar”).** Artikel dibatasi pada penelitian dengan subjek manusia, berbahasa Indonesia atau Inggris, serta tersedia dalam teks lengkap. Pencarian difokuskan pada artikel yang relevan dengan tekanan plantar sebagai faktor risiko utama terjadinya *diabetic foot ulcer*.

#### **Data**

Proses pemilihan studi dilakukan melalui tahap identifikasi, skrining judul dan abstrak, serta penilaian kelayakan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Artikel yang memenuhi kriteria kemudian dianalisis lebih lanjut, sedangkan artikel yang tidak relevan dikeluarkan. Data dari studi yang terpilih diekstraksi dan dirangkum meliputi nama penulis, tahun publikasi, desain studi, karakteristik sampel, jenis intervensi, alat ukur tekanan plantar seperti *PEDAR-X®*, *in-shoe pressure system*, atau *baropodometry*, serta temuan utama yang kemudian disajikan dalam bentuk tabel. Analisis data dilakukan secara deskriptif naratif dengan membandingkan hasil antar studi untuk mengidentifikasi pola efektivitas berbagai jenis *off-loading footwear* dalam menurunkan tekanan plantar. Proses sintesis mempertimbangkan variasi desain studi dan karakteristik sampel sebagai bagian dari interpretasi hasil. Penelitian ini menggunakan data sekunder sehingga tidak memerlukan persetujuan etik secara langsung.

Gambar 1. PRISMA flowchart



## HASIL

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar studi dalam tinjauan literatur ini mengevaluasi penggunaan *insole* sebagai bentuk *off-loading footwear* pada pasien diabetes melitus dengan neuropati perifer atau risiko tinggi ulkus kaki. Intervensi yang diteliti meliputi *custom-made insole*, *prefabricated insole*, *optimized insole*, serta variasi seperti *contoured insole* dan *insole top cover* dengan perbedaan material dan ketebalan. Jumlah partisipan pada studi berkisar antara 20 hingga 61 orang, sedangkan pada *randomized controlled trial* mencapai 60 orang. Secara konsisten, penggunaan *insole* menunjukkan penurunan signifikan pada *peak plantar pressure* dan *pressure-time integral* dibandingkan kondisi kontrol, dengan *custom-made* dan *optimized insole* memberikan efek penurunan lebih besar hingga berada di bawah ambang risiko 200 kPa.

Selain *insole*, bentuk *off-loading footwear* lain seperti *rocker sole footwear*, *therapeutic footwear*, dan *removable cast walker (RCW)* juga menunjukkan efektivitas dalam menurunkan tekanan plantar. Faktor desain seperti material yang lebih lunak, ketebalan lebih besar, serta posisi *apex* dan sudut *rocker* memengaruhi besarnya penurunan tekanan, dimana desain yang dioptimalkan secara individual cenderung lebih efektif dibandingkan desain generik. *Therapeutic footwear* menurunkan tekanan sekitar 21–33%, sedangkan RCW—terutama dengan modifikasi *felt*—dapat menurunkan tekanan hingga lebih dari 80%. Studi *randomized controlled trial* jangka panjang juga menunjukkan nilai *mean*

*peak plantar pressure* yang lebih rendah serta kejadian ulkus yang lebih sedikit pada kelompok intervensi. Secara keseluruhan, berbagai bentuk *off-loading footwear* menunjukkan pola hasil yang konsisten dalam menurunkan tekanan plantar, dengan efektivitas yang dipengaruhi oleh jenis intervensi, karakteristik desain, dan lokasi plantar yang dianalisis.

## PEMBAHASAN

### Efektivitas *Off-loading Footwear* dalam Menurunkan Tekanan Plantar pada Pasien Diabetes Melitus

Hasil analisis menunjukkan bahwa *off-loading footwear* merupakan intervensi penting dalam menurunkan tekanan plantar pada pasien diabetes melitus. Pedoman *International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF)* menegaskan bahwa pengurangan tekanan plantar merupakan strategi utama dalam pencegahan dan penyembuhan ulkus kaki diabetik karena tekanan mekanik menjadi faktor etiologi utama (Bus et al., 2024). Studi oleh Collings et al. (2023) menunjukkan bahwa modifikasi biomekanik seperti *arch profile*, *metatarsal addition*, dan desain alas kaki berbasis tekanan secara signifikan menurunkan *peak plantar pressure*. Penggunaan *therapeutic footwear* terbukti menurunkan tekanan sebesar 22–31%, jauh lebih tinggi dibandingkan sepatu standar yang hanya sekitar 4–5% (Oliveira et al., 2016). Selain itu, penggunaan *insole* seperti *custom-made* dan *optimized insole* menunjukkan penurunan tekanan sebesar 9–38%, dengan efek yang bermakna secara klinis dan dapat bertahan hingga 12 bulan pada studi

Tabel 1. Hasil ringkasan artikel

No	Judul & penulis	Jenis penelitian	Sampel dan teknik sampling	Intervensi	Hasil
1.	<i>Diabetic Footwear: Is It an Assistive Technology Capable of Reducing Peak Plantar Pressures in Elderly Patients with Neuropathy?</i> (Oliveira et al., 2016)	Experimental study, transversal design	Sepuluh pasien lansia dengan diabetes dan neuropati perifer direkrut, pengukuran tekanan plantar dilakukan menggunakan <i>baropodometry platform</i> .	Pengukuran <i>peak plantar pressure</i> dilakukan secara statis, yakni berdiri diam di atas baropodometri selama $\pm 30$ detik pada setiap kondisi dan secara dinamis, yakni berjalan berulang melewati baropodometri pada tiga kondisi, yaitu <i>barefoot</i> , sepatu standar milik pasien, dan <i>therapeutic footwear</i> .	Penggunaan <i>therapeutic footwear</i> secara signifikan menurunkan <i>peak plantar pressure</i> , dengan penurunan rata-rata sebesar 22% pada analisis statis dan 31% pada analisis dinamis dibandingkan kondisi <i>barefoot</i> atau sepatu standar. Terapi <i>footwear</i> terbukti lebih efektif dalam mengurangi tekanan plantar yang berpotensi membantu mencegah luka kaki diabetik pada lansia dengan neuropati.
2.	<i>Optimisation of rocker sole footwear for prevention of first plantar ulcer: comparison of group-optimised and individually-selected footwear designs</i> (Preece et al., 2017)	Quasi-experimental	Sebanyak 102 individu dengan diabetes melitus risiko rendah tanpa riwayat ulkus kaki, termasuk 17 partisipan dengan neuropati perifer serta 66 partisipan sehat sebagai kelompok pembanding. Partisipan direkrut melalui layanan kesehatan dan komunitas menggunakan teknik <i>convenience sampling</i> .	Penggunaan <i>off-loading footwear</i> berupa <i>rocker sole shoes</i> dengan delapan variasi desain berdasarkan kombinasi posisi apex (52%, 57%, 62%, dan 67% dari panjang sepatu) dan sudut <i>rocker</i> (15° dan 20°). Setiap partisipan berjalan menggunakan seluruh desain sepatu. <i>Desain group-optimised</i> kemudian dibandingkan dengan desain terbaik yang dipilih secara individual berdasarkan tekanan plantar terendah.	Tekanan plantar puncak meningkat ketika posisi apex rocker ditempatkan semakin ke depan dan sudut rocker dibuat lebih landai ( $p < 0,001$ ). Sepatu dengan desain yang dioptimalkan secara kelompok, dengan apex berada pada 52% panjang sepatu dan sudut rocker 20°, mampu menurunkan tekanan plantar hingga di bawah batas aman 200 kPa pada sekitar 71–81% pasien diabetes, termasuk pasien dengan neuropati. Perbedaan hasil antara sepatu hasil optimasi kelompok dan sepatu yang disesuaikan secara individual sangat kecil (<5%). Hal ini menunjukkan bahwa <i>off-loading footwear</i> generik yang dirancang dengan baik hampir sama efektifnya dengan <i>footwear</i> yang dipersonalisasi dalam menurunkan tekanan plantar pada pasien diabetes dengan risiko ulkus rendah.

<p>3. <i>Optimizing footwear for the diabetic foot: Data-driven custom-made footwear concepts and their effect on pressure relief to prevent diabetic foot ulceration</i> (Zwaferink et al., 2020)</p>	<p>Quasi-experimental</p>	<p>Sebanyak 24 pasien diabetes melitus dengan neuropati perifer dan risiko tinggi ulkus kaki diabetik. Partisipan direkrut dari layanan kesehatan menggunakan teknik convenience sampling dan seluruh partisipan menjalani pengukuran berulang pada setiap kondisi alas kaki.</p>	<p>Penggunaan beberapa konsep off-loading footwear berbasis data, terdiri dari sepatu custom-made (Shoe-A) dan insole custom-made (Insole-A) yang dioptimalkan menggunakan pengukuran tekanan plantar in-shoe, serta dua insole berbasis CAD-CAM (Insole-B dan Insole-C) yang dirancang berdasarkan tekanan plantar barefoot dan bentuk kaki 3D. Seluruh kondisi dibandingkan dengan sepatu atletik dan sepatu non-terapeutik.</p>	<p>Seluruh footwear yang dirancang berbasis data terbukti secara signifikan menurunkan tekanan plantar puncak pada kepala metatarsal sebesar 17–53% dibandingkan sepatu non-terapeutik. Shoe-A dan Insole-A memberikan efek off-loading paling besar, dengan rata-rata tekanan hanya 112–155 kPa dan 90–98% pengukuran berada di bawah ambang aman 200 kPa. Hasil ini menunjukkan bahwa Shoe-Adan Insole-A lebih baik dibandingkan Insole-B dan Insole-C. Namun, tidak ditemukan perbedaan yang signifikan dalam tingkat kepuasan pasien antar desain footwear, yang menunjukkan bahwa peningkatan efek off-loading tidak mengorbankan kenyamanan saat digunakan.</p>
<p>4. <i>Effects of Contoured Insoles with Different Materials on Plantar Pressure Offloading in Diabetic Elderly during Gait</i> (Shi et al., 2022)</p>	<p>Quasi-experimental dengan desain repeated-measures</p>	<p>Sebanyak 22 lansia dengan diabetes melitus tipe 1 atau tipe 2 berpartisipasi dalam penelitian ini. Partisipan direkrut berdasarkan kriteria inklusi klinis dan seluruh partisipan menjalani pengukuran tekanan plantar pada berbagai kondisi insole menggunakan urutan acak (convenience sampling).</p>	<p>Penggunaan contoured insoles dengan longitudinal arch pad yang terbuat dari empat jenis material berbeda, yaitu Nora Lunalastik EVA, Nora Lunalight A fresh, Pe-Lite, dan PORON Medical 4708. Tekanan plantar diukur menggunakan sistem pengukuran insole saat partisipan berjalan sejauh 10 meter dalam kondisi tanpa alas kaki dan dengan masing-masing insole. Area plantar dibagi menjadi empat region: jari kaki, forefoot, midfoot, dan rearfoot. Selain itu, kenyamanan insole dinilai menggunakan skala 1 sampai 10 setelah seluruh pengujian selesai.</p>	<p>Jenis material insole terbukti berpengaruh signifikan terhadap tekanan plantar selama berjalan, baik pada nilai mean peak pressure (MPP) maupun pressure-time integral (PTI) di kaki dominan. Di antara seluruh material yang diuji, insole berbahan PORON Medical 4708 memberikan penurunan MPP dan PTI paling besar, baik dibandingkan kondisi tanpa alas kaki maupun insole berbahan Nora Lunalight A fresh dan Pe-Lite. Selain itu, seluruh jenis insole mampu menurunkan tekanan plantar secara bermakna pada area forefoot dan rearfoot dibandingkan kondisi barefoot. Secara keseluruhan, insole dengan material yang lebih lunak—khususnya PORON Medical 4708 dan Nora Lunalastik EVA—menunjukkan kemampuan off-loading tekanan plantar yang</p>

					lebih baik dibandingkan material yang lebih kaku. Temuan ini menegaskan bahwa pemilihan material insole merupakan faktor penting dalam mengoptimalkan distribusi tekanan plantar pada lansia dengan diabetes.
5.	<i>Insoles to Ease Plantar Pressure in People with Diabetes and Peripheral Neuropathy: A Feasibility Randomised Controlled Trial with an Embedded Qualitative Study</i> (Collings et al., 2023)	Double-blinded multi-centre feasibility randomised controlled trial (RCT)	Sebanyak 61 pasien diabetes dengan neuropati perifer direkrut dari 142 yang discreening. Peserta dibagi menjadi dua kelompok melalui randomisasi: 30 peserta pada kelompok intervensi (optimised insole) dan 31 peserta pada kelompok kontrol aktif (standard cushioned insole). Sebanyak 42 peserta menyelesaikan studi selama 12 bulan, dengan pengumpulan data klinis dan kuesioner pasien masing-masing sebesar 68–69%. Teknik sampling tidak disebutkan secara eksplisit, tetapi peserta diambil dari populasi klinis yang memenuhi kriteria inklusi.	Kelompok intervensi menggunakan optimised insole yang dirancang untuk menurunkan tekanan plantar secara maksimal dan dapat diberikan secara chairside. Kelompok kontrol aktif menggunakan standard cushioned insole. Penilaian dilakukan pada baseline, 3, 6, dan 12 bulan, termasuk pengukuran mean peak plantar pressure (MPPP) dan kejadian ulkus kaki. Studi kualitatif dilakukan melalui wawancara semi-terstruktur dengan 12 peserta dan 3 podiatrist untuk mengeksplor pengalaman mereka selama intervensi dan prosedur penelitian.	Hasil kuantitatif menunjukkan bahwa nilai rata-rata mean peak plantar pressure (MPPP) pada kelompok yang menggunakan <i>optimised insole</i> lebih rendah dibandingkan kelompok kontrol pada seluruh area kaki yang dianalisis. Selama periode penelitian, jumlah kejadian ulkus kaki juga lebih sedikit pada kelompok intervensi (10 kejadian) dibandingkan kelompok kontrol aktif (17 kejadian). Selain itu, analisis kualitatif mengungkapkan tiga tema utama, yaitu penerimaan peserta terhadap penelitian, perilaku serta dukungan yang diterima selama pelaksanaan studi, dan dampak partisipasi terhadap pengalaman peserta. Secara keseluruhan, temuan ini menunjukkan bahwa <i>optimised insole</i> berpotensi efektif dalam menurunkan tekanan plantar, mudah diterapkan dalam praktik klinis, dan layak untuk dievaluasi lebih lanjut melalui uji klinis acak (RCT) skala penuh guna menilai efektivitas klinis dan efisiensi biaya secara komprehensif.
6.	<i>Offloading effects of a removable cast walker with and without modification for</i>	Quasi-experimental (within-participant repeated	Sebanyak 16 pasien diabetes melitus dengan ulkus kaki diabetik neuropatik plantar. Partisipan direkrut menggunakan convenience	Penggunaan removable cast walker (RCW) sebagai alat off-loading dengan empat kondisi, yaitu sepatu post-operatif sebagai kontrol, RCW tanpa modifikasi, RCW dengan penambahan felt setebal 20	RCW dengan felt yang dilekatkan langsung pada kaki menghasilkan penurunan peak plantar pressure terbesar pada lokasi ulkus, yaitu sebesar 83,1% dibandingkan kondisi kontrol ( $p < 0.001$ ). Efek off-loading ini secara signifikan lebih besar

	<i>diabetes-related foot ulceration: a plantar pressure study</i> (Withers et al., 2023)	measures study)	sampling dan setiap partisipan menjalani pengukuran tekanan plantar berulang pada seluruh kondisi intervensi.	mm yang dilekatkan pada orthosis, serta RCW dengan penambahan felt setebal 20 mm yang dilekatkan langsung pada kaki.	dibandingkan RCW tanpa modifikasi (penurunan 51,3%, p=0.021) dan RCW dengan felt pada orthosis (penurunan 31,4%, p=0.009). Hasil ini menunjukkan bahwa modifikasi RCW secara signifikan meningkatkan efektivitas penurunan tekanan plantar pada pasien dengan ulkus kaki diabetik.
7.	<i>Pressure-Relieving Effect of Different Insole Top Covers in People with Diabetes at High Risk of Foot Ulceration</i> (Bus et al., 2024)	Quasi-experimental dengan desain repeated-measures	Sebanyak 20 partisipan dengan diabetes melitus dan peripheral neuropathy yang berisiko tinggi mengalami ulkus kaki. Seluruh partisipan menggunakan therapeutic footwear yang diresepkan dan direkrut berdasarkan kriteria klinis (convenience sampling).	Penggunaan delapan variasi insole top cover dengan perbedaan ketebalan dan material, meliputi busa open-cell dan closed-cell dengan ketebalan 3 mm dan 6 mm, serta kombinasi keduanya. Setiap top cover dipasang pada insole dalam sepatu terapeutik yang sama. Pengukuran tekanan plantar dilakukan secara in-shoe saat berjalan, diuji dalam urutan acak, dan diulang setelah satu bulan penggunaan. Kenyamanan berjalan juga dievaluasi menggunakan skala Likert 10 poin.	Rata-rata peak plantar pressure pada region of interest berkisar antara 167 hingga 186 kPa dan berbeda signifikan antar jenis top cover. Insole top cover dengan ketebalan 6 mm memberikan efek penurunan tekanan plantar yang lebih baik dibandingkan top cover 3 mm. Perbedaan tekanan antar jenis top cover 6 mm relatif kecil dan perubahan tekanan plantar setelah satu bulan penggunaan tidak signifikan. Tingkat kenyamanan berjalan relatif tinggi dan tidak berbeda bermakna antar kelompok top cover. Hasil ini menunjukkan bahwa ketebalan insole top cover berperan penting dalam offloading tekanan plantar, sementara pemilihan jenis material 6mm dapat disesuaikan dengan faktor praktis seperti durabilitas, ketersediaan, dan biaya.
8.	<i>Effect of Foot Insole on Plantar Pressure Distribution in Patients with Neuropathic Diabetic Foot Ulcer</i> (Elgohary et al., 2024)	Randomized Controlled Trial (RCT) double-blinded	Sebanyak 60 pasien diabetes melitus dengan ulkus kaki diabetik neuropatik (usia 50–65 tahun), dengan ulkus midfoot derajat II–III, riwayat ulkus 6–12 bulan, durasi diabetes 7–10 tahun, HbA1c 7–9%, dan BMI 25–30 kg/m <sup>2</sup> .	Kelompok intervensi menggunakan foot insole khusus yang dikombinasikan dengan terapi obat dan perawatan luka standar, sedangkan kelompok kontrol hanya menerima terapi obat dan perawatan luka tanpa insole. Pengukuran peak plantar pressure dan pressure-time integral dilakukan pada awal penelitian,	Penggunaan foot insole selama 12 minggu menghasilkan penurunan yang signifikan pada peak plantar pressure dan pressure-time integral di area rearfoot, midfoot, hallux, serta forefoot medial dan lateral dibandingkan kelompok kontrol. Efek penurunan tekanan ini tetap terlihat pada evaluasi follow up, menunjukkan bahwa foot insole efektif dalam mendistribusikan tekanan

			Partisipan direkrut secara klinis dan dibagi secara acak ke dalam kelompok intervensi (n=30) dan kelompok kontrol (n=30).	setelah 12 minggu intervensi, dan 8 minggu masa follow up.	plantar dan berpotensi mencegah perburukan serta komplikasi ulkus kaki diabetik pada pasien dengan neuropati.
9.	<i>Effects of individually optimized rocker midsoles and self-adjusting insoles on plantar pressure in persons with diabetes mellitus and loss of protective sensation</i> (Malki et al., 2024)	Quasi-experimental (within-participant repeated measures study)	Sebanyak 21 pasien diabetes melitus dengan loss of protective sensation (LOPS). Partisipan direkrut menggunakan convenience sampling dan seluruh partisipan menjalani pengukuran tekanan plantar pada beberapa kondisi intervensi secara berulang.	Penggunaan rocker shoe individual berbasis algoritma yang diproduksi dengan teknologi 3D printing, dikombinasikan dengan insole yang dapat menyesuaikan tekanan secara mandiri (self-adjusting pressure-reducing insoles). Intervensi dirancang untuk menurunkan tekanan plantar pada area berisiko ( $\geq 200$ kPa) sambil mempertahankan tekanan $< 200$ kPa pada area yang tidak berisiko	Kombinasi individualized 3D-printed rocker dan self-adjusting insole secara konsisten menurunkan peak plantar pressure hingga $< 200$ kPa dengan rerata penurunan 24–48% pada area jari, forefoot tengah, dan forefoot lateral yang teridentifikasi sebagai area berisiko. Pada area forefoot medial, penurunan tekanan berhasil pada 68% kaki. Namun, tidak ada intervensi yang mampu menurunkan tekanan plantar secara konsisten pada area tumit yang teridentifikasi sebagai area berisiko. Hasil ini menunjukkan bahwa efektivitas off-loading footwear bersifat spesifik lokasi plantar.
10.	<i>Insoles Reduce Peak Plantar Pressure in Diabetic Peripheral Neuropathy</i> (Prasetyanto et al., 2024)	Pre-experimental study dengan desain pre- dan post-intervention (2 kelompok: custom-made insole vs prefabricated insole)	Sebanyak 32 pasien diabetes tipe 2 dengan neuropati perifer dibagi menjadi dua kelompok. Peserta direkrut secara convenience sampling dan pengukuran tekanan plantar dilakukan sebelum dan segera setelah pemberian insole.	Kelompok pertama menerima custom-made insole, sedangkan kelompok kedua menggunakan prefabricated insole. Tekanan plantar diukur menggunakan PEDAR-X® di area heel, forefoot, dan keseluruhan plantar foot.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian keduanya (custom-made dan prefabricated insoles) secara signifikan menurunkan peak plantar pressure pada pasien diabetes dengan neuropati perifer. Efek penurunan lebih merata dan lebih optimal terlihat pada kelompok custom-made insole, meskipun prefabricated insole juga memberikan penurunan yang signifikan. Secara keseluruhan, penggunaan soft insoles terbukti efektif dalam mengurangi tekanan plantar di heel, forefoot, dan area keseluruhan, mendukung rekomendasi penggunaan insole untuk mencegah ulkus pada pasien dengan neuropati diabetik.

*randomized controlled trial* (Prasetyanto et al., 2024). Efek jangka panjang tersebut juga dilaporkan pada studi *optimized insole* yang menunjukkan keberlanjutan penurunan tekanan hingga 12 bulan (Collings et al., 2023).

Penurunan tekanan yang lebih besar ditemukan pada perangkat dengan tingkat *off-loading* tinggi seperti *removable cast walker* (RCW), yang mampu menurunkan tekanan hingga 65% dan mencapai lebih dari 80% dengan modifikasi *felt* (Withers et al., 2023). Desain *rocker sole footwear* juga menunjukkan efektivitas sedang dengan penurunan sekitar 30–37% dan mampu menurunkan tekanan di bawah ambang risiko 200 kPa (Preece et al., 2017), sementara studi lain melaporkan penurunan 24–48% pada area berisiko tinggi (Malki et al., 2024). Meskipun demikian, efektivitas *therapeutic footwear* lebih rendah dibandingkan perangkat *off-loading* non-removable seperti *total contact cast* (Lazzarini et al., 2020). Secara patofisiologis, intervensi ini bekerja melalui redistribusi beban dan peningkatan luas kontak plantar sehingga mampu menurunkan *mechanical tissue stress* sebesar 14–76% (Hulshof et al., 2020). Mekanisme redistribusi tekanan ini juga dibuktikan melalui analisis biomekanik yang menunjukkan penurunan stress jaringan selama aktivitas berjalan (Hemler et al., 2023). Secara keseluruhan, berbagai studi menunjukkan bahwa *off-loading footwear* efektif dalam menurunkan tekanan plantar secara signifikan dan relevan secara klinis dalam mengurangi risiko ulkus kaki diabetik.

### **Perbedaan Penurunan Tekanan Plantar Berdasarkan Jenis *Off-Loading Footwear***

Hasil analisis literatur menunjukkan bahwa besarnya penurunan tekanan plantar pada pasien diabetes melitus dipengaruhi oleh jenis dan struktur *off-loading footwear* yang digunakan. Perangkat dengan imobilisasi tinggi, khususnya *knee-high non-removable devices*, menghasilkan reduksi tekanan plantar yang lebih besar dibandingkan *ankle-high* atau *therapeutic footwear*, sehingga direkomendasikan sebagai pilihan utama dalam terapi ulkus plantar neuropatik (IWGDF, 2023). Penurunan tertinggi ditemukan pada *Total Contact Cast* (TCC) dan *removable cast walker* (RCW), dimana RCW mampu menurunkan tekanan sebesar 51,3% dan meningkat hingga 83,1% dengan modifikasi *felt* (Withers et al., 2023), serta studi oleh Hutting et al. (2025) menunjukkan bahwa total contact cast (TCC) menghasilkan tekanan plantar yang lebih rendah dibandingkan total contact softcast (TCS), baik pada lokasi ulkus maupun pada sebagian besar region plantar kaki. Temuan ini mengindikasikan bahwa TCC memiliki kemampuan *off-loading* yang lebih efektif dalam menurunkan tekanan plantar dibandingkan perangkat alternatif. Temuan ini didukung oleh studi oleh Jarl et al. (2023) yang menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat pembatasan gerak, semakin besar penurunan tekanan plantar yang dihasilkan. Hasil serupa menunjukkan bahwa perangkat dengan imobilisasi yang lebih tinggi menghasilkan penurunan tekanan plantar yang lebih besar

dibandingkan perangkat yang lebih fleksibel (Lazzarini & Jarl, 2021)

Pada tingkat menengah, *rocker sole footwear* dan desain berbasis data individual menunjukkan penurunan tekanan plantar sekitar 20–50%. Desain optimal juga mampu menurunkan tekanan *forefoot* sebesar 30–37% dan menempatkan sebagian besar pasien di bawah ambang risiko 200 kPa (Preece et al., 2017). Selain itu, desain berbasis pengukuran individual juga terbukti menurunkan tekanan plantar sebesar 17–53% dibandingkan sepatu non-terapeutik (Zwaferink et al., 2020).

Sementara itu, *insole* sederhana tanpa imobilisasi tambahan menunjukkan penurunan yang lebih rendah, umumnya di bawah 20%, meskipun *custom-made insole* tetap lebih efektif dibandingkan *prefabricated insole* (Prasetyanto et al., 2024). Variasi material dan ketebalan *insole* juga memengaruhi efektivitas penurunan tekanan plantar, dimana bahan yang lebih lunak memberikan efek *off-loading* yang lebih optimal dibandingkan bahan yang lebih kaku. Hal ini diperkuat oleh temuan bahwa ketebalan *top cover* 6 mm menghasilkan penurunan tekanan plantar yang lebih baik dibandingkan ketebalan yang lebih tipis (Shi et al., 2022). Efek serupa terkait pengaruh ketebalan material terhadap penurunan tekanan plantar juga dilaporkan pada studi oleh Bus et al. (2024). Secara biomekanik, perbedaan ini berkaitan dengan kemampuan perangkat dalam mendistribusikan beban dan mengurangi *mechanical stress*, sehingga intervensi dengan stabilitas dan kompleksitas desain lebih tinggi

menghasilkan penurunan tekanan plantar yang lebih besar (IWGDF, 2023).

### **Hubungan Kepatuhan dan Durasi Penggunaan Off-Loading Footwear dengan Penurunan Tekanan Plantar**

Hasil analisis menunjukkan bahwa efektivitas *off-loading footwear* dalam menurunkan tekanan plantar tidak hanya ditentukan oleh kemampuan biomekanik alat, tetapi juga oleh kepatuhan dan durasi penggunaan dalam aktivitas sehari-hari. Pedoman *International Working Group on the Diabetic Foot* menegaskan bahwa manfaat *off-loading* hanya terjadi saat perangkat digunakan pada aktivitas *weight-bearing*, sehingga kepatuhan menjadi faktor utama keberhasilan intervensi (IWGDF, 2023). Studi oleh Jarl et al. (2023) menunjukkan bahwa proporsi langkah saat menggunakan alat merupakan indikator kepatuhan yang paling relevan ( $r = 0,96$ ;  $\kappa = 0,93$ ), karena penurunan tekanan plantar hanya terjadi pada langkah yang dilakukan saat perangkat digunakan. Data penggunaan aktual menunjukkan bahwa hanya 62,2% aktivitas *weight-bearing* dilakukan dengan alat, sehingga sebagian besar aktivitas masih berlangsung tanpa perlindungan *off-loading*. Selain itu, pada penggunaan *removable cast walker*, kepatuhan yang dilaporkan pasien sebesar 90% ternyata jauh lebih tinggi dibandingkan hasil pengukuran objektif yang hanya 35% (Ababneh et al., 2023). Temuan ini menunjukkan bahwa rendahnya kepatuhan secara langsung mengurangi total tekanan plantar yang berhasil direduksi, meskipun secara biomekanik alat mampu

menurunkan tekanan secara signifikan.

Durasi pemakaian juga berperan dalam meningkatkan total waktu perlindungan terhadap tekanan plantar. Peningkatan penggunaan dari 8,6 jam menjadi 12 jam per hari diikuti peningkatan kepatuhan hingga 87% dari total langkah harian (Keukenkamp et al., 2022). Secara fisiologis, kondisi ini berkaitan dengan penurunan akumulasi *mechanical stress* pada jaringan plantar selama aktivitas *weight-bearing* (IWGDF, 2023). Perangkat *off-loading* yang tidak dapat dilepas, seperti *total contact cast*, memberikan efek perlindungan yang lebih konsisten karena seluruh aktivitas berjalan berlangsung dalam kondisi tekanan plantar yang telah diturunkan. Hal ini berkaitan dengan peningkatan kepatuhan yang didorong oleh sifat perangkat yang tidak dapat dilepas (Hutting et al., 2025).

Sebaliknya, perangkat *removable cast walker* memiliki efektivitas klinis yang sangat bergantung pada konsistensi penggunaan pasien. Walaupun secara biomekanik mampu menurunkan tekanan plantar secara signifikan saat digunakan, manfaat tersebut tidak optimal bila perangkat tidak dipakai secara terus-menerus (Withers et al., 2023). Ketidakkonsistenan penggunaan sering dipengaruhi oleh faktor kenyamanan dan keterbatasan mobilitas pasien (Ababneh et al., 2022). Kondisi serupa juga dilaporkan dalam studi lain yang menunjukkan rendahnya kepatuhan penggunaan perangkat *removable* dalam aktivitas harian (Jarl et al., 2024). Secara keseluruhan, perbedaan

kepatuhan ini menjelaskan kesenjangan antara efektivitas laboratorium dan hasil klinis, sehingga harus dipertimbangkan dalam interpretasi hasil penelitian.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Artikel yang dianalisis menggunakan desain penelitian, jenis intervensi, dan metode pengukuran tekanan plantar yang beragam sehingga memungkinkan terjadinya heterogenitas hasil penelitian. Selain itu, sebagian besar studi memiliki jumlah sampel yang relatif kecil dan dilakukan dalam periode intervensi jangka pendek, sehingga efektivitas jangka panjang penggunaan *off-loading footwear* belum dapat dievaluasi secara optimal. Variasi jenis *off-loading footwear*, karakteristik pasien, serta area pengukuran tekanan plantar juga dapat memengaruhi perbandingan hasil antar penelitian.

#### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil literature review, penggunaan *off-loading footwear*, seperti *custom-made insole*, *prefabricated insole*, *rocker sole footwear*, *therapeutic footwear*, dan *removable cast walker* terbukti efektif dalam menurunkan tekanan plantar pada pasien diabetes melitus. Penurunan tekanan plantar paling optimal ditemukan pada intervensi yang menggunakan desain individual, material yang lebih lunak, ketebalan *insole* yang lebih besar, serta modifikasi tambahan pada perangkat *off-loading*. Selain itu, efektivitas intervensi dipengaruhi oleh area plantar yang dianalisis, kesesuaian alat dengan kondisi kaki pasien, serta kepatuhan penggunaan dalam aktivitas sehari-hari. Meskipun

sebagian besar penelitian menunjukkan hasil positif, beberapa studi melaporkan bahwa efektivitas *off-loading footwear* dapat berbeda tergantung desain perangkat dan lokasi distribusi tekanan plantar. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan *off-loading footwear* secara tepat dan konsisten dapat menjadi strategi penting dalam menurunkan tekanan plantar dan mendukung pencegahan ulkus kaki diabetik pada pasien diabetes melitus.

#### **SARAN**

Tenaga kesehatan, khususnya perawat, disarankan untuk secara aktif melakukan skrining risiko kaki diabetik, memberikan edukasi perawatan kaki, serta meningkatkan kepatuhan pasien dalam penggunaan *off-loading footwear* sebagai upaya pencegahan komplikasi. Fasilitas pelayanan kesehatan diharapkan dapat menyediakan akses terhadap alas kaki terapeutik yang sesuai dengan kondisi pasien serta mendukung program edukasi berkelanjutan.

#### **REFERENSI**

- Ababneh, A., Finlayson, K., Edwards, H., Armstrong, D. G., Najafi, B., Netten, J. J. Van, & Lazzarini, P. A. (2023). The Validity and Reliability of Self-Reported Adherence to Using Offloading Treatment in People with Diabetes-Related Foot Ulcers. *Sensors*, *23*(4423), 1–10.
- Ababneh, A., Finlayson, K., Edwards, H., & Lazzarini, P. A. (2022). Factors associated with adherence to using removable cast walker treatment among patients with diabetes- - related foot ulcers. *BMJ Open Diabetes Research & Care*, *10*(e002640), 1–9.  
<https://doi.org/10.1136/bmjdr-2021-002640>
- Adeyemi, A. H., Goswami, R., Agboola, A. S., Durrani, S. N., Atiba, O., Mowo-wale, A., Ikpe, A. O., Odomodun, P. O., Adeyin, B. O., Oyesile, A. Y., Irfan, H., Chioma, O. E., & Fagbenle, O. E. (2025). Mortality Related to Diabetic Foot Ulcer: A Comprehensive Review. *Journal of Advances in Medicine and Medical Research*, *37*(8), 241–252.
- Ahmed, S., Barwick, A., Butterworth, P., & Nancarrow, S. (2020). Footwear and insole design features that reduce neuropathic plantar forefoot ulcer risk in people with diabetes: a systematic literature review. *Journal of Foot and Ankle Research*, *13*(30), 1–13.
- Bose, D., Singh, G., Gupta, S., & Chanda, A. (2024). Development of a Novel Customized Insole for Effective Pressure Offloading in Diabetic Patients. *Prosthesis*, *6*, 341–356.
- Bus, S. A., Busch-westbroek, T. E., Pulles, J., Dun, T. Van, Szabo, G., Lacorte, D. H., Luckson, D., & Netten, J. J. Van. (2024). Pressure-Relieving Effect of Different Insole Top Covers in People with Diabetes at High Risk of Foot Ulceration. *Sensors*, *24*(5549), 1–11.
- Chatpun, S., Dissaneewate, T., Kwanyuang, A., Nouman, M., Srewaradachpisal, S., & Movrin, D. (2025). Infill Pattern and Density of 3D-Printed Insoles

- Alter Energy and Pressure Distribution in Gait. *Applied Sciences (Switzerland)*, 15(7), 1–11.  
<https://doi.org/10.3390/app15073916>
- Collings, R., Freeman, J., Latour, J. M., Hosking, J., & Paton, J. (2023). Insoles to ease plantar pressure in people with diabetes and peripheral neuropathy: a feasibility randomised controlled trial with an embedded qualitative study. *Pilot and Feasibility Studies*, 9(20), 1–13.  
<https://doi.org/10.1186/s40814-023-01252-y>
- Hemler, S. L., Ntella, S. L., Jeanmood, K., Köchli, C., Tiwari, B., Civet, Y., Perriard, Y., & Pataky, Z. (2023). Intelligent plantar pressure of fl oading for the prevention of diabetic foot ulcers and amputations. *Frontiers in Endocrinology*, 14(1166513), 1–7.  
<https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1166513>
- Hulshof, C. M., Netten, J. J. Van, Pijnappels, M., & Bus, S. A. (2020). The Role of Foot-Loading Factors and Their Associations with Ulcer Development and Ulcer Healing in People with Diabetes: A Systematic Review. *Journal of Clinical Medicine*, 9(3591), 1–20.
- Hutting, K. H., Vierhout, B. P., Visser, R., Schuurmann, R. C. L., El, M., Baal, J. G. Van, Netten, J. J. Van, & Vries, J. P. M. De. (2025). Clinical Biomechanics Plantar pressure measurements to investigate the offloading effect of total contact softcast and total contact cast for plantar diabetic foot ulcers. *Clinical Biomechanics*, 125(October 2024), 106511.  
<https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2025.106511>
- IDF. (2024). *Diabetes in Indonesia (2024)*. <https://idf.org/our-network/regions-and-members/western-pacific/members/indonesia/>
- IWGDF. (2023). Guidelines on offloading foot ulcers in persons with diabetes. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*, 39(S1)(e3647).
- Jannah, F., Sriyono, S., Armini, N. K. A., & Suraya, A. S. (2024). Use of Insole Design Footwear To Prevent Risk of Foot Ulcers in Diabetes Patients: a Systematic Review. *Indonesian Nursing Journal of Education & Clinic (INJEC)*, 9(2), 109–121.  
<https://doi.org/10.24990/injec.v9i2.670>
- Jarl, G., Hulshof, C. M., Busch-westbroek, T. E., Bus, S. A., & Netten, J. J. Van. (2023). Adherence and Wearing Time of Prescribed Footwear among People at Risk of Diabetes-Related Foot Ulcers: Which Measure to Use? *Sensors*, 23(1648), 1–12.
- Jarl, G., Hulshof, C. M., Tjihuis, K. A., Westbroek, T. E. B., Bus, S. A., & van Netten, J. J. (2024). Adherence to wearing prescribed footwear in people at risk of diabetes - related foot ulcers. *JOURNAL OF FOOT AND ANKLE RESEARCH*, e70002, 1–13.

- <https://doi.org/10.1002/jfa2.70002>
- Keukenkamp, R., Netten, J. J. Van, Busch-Westbroek, T. E., & Bus, S. A. (2022). Custom-made footwear designed for indoor use increases short-term and long-term adherence in people with diabetes at high ulcer risk. *BMJ Open Diabetes Research & Care*, *10*(e002593), 1–10. <https://doi.org/10.1136/bmjdr-2021-002593>
- Kumar, K., Kabir, M. A., Donnan, L., & Ahmed, S. (2025). *A Narrative Review of Clinical Decision Support Systems in Offloading Footwear for Diabetes-Related Foot Ulcers*. 1–44. <https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2509.02923>
- Lazzarini, P. A., & Jarl, G. (2021). Knee-High Devices Are Gold in Closing the Foot Ulcer Gap : A Review of Offloading Treatments to Heal Diabetic Foot Ulcers. *Medicina*, *57*(941), 1–17.
- Lazzarini, P. A., Jarl, G., Gooday, C., Viswanathan, V., Caravaggi, C. F., Armstrong, D. G., & Bus, S. A. (2020). Effectiveness of offloading interventions to heal foot ulcers in persons with diabetes: a systematic review. *Diabetes Metab Res Rev*, *36*(Suppl 1), 1–43. <https://doi.org/10.1002/dmrr.3275>.Effectiveness
- Malki, A., Badaya, M. B., Dekker, R., Verkerke, G. J., & Hijmans, J. M. (2024). Diabetes Research and Clinical Practice Effects of individually optimized rocker midsoles and self-adjusting insoles on plantar pressure in persons with diabetes mellitus and loss of protective sensation. *Diabetes Research and Clinical Practice*, *207*(111077), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2023.111077>
- Marini, Y. S., Eka, C., Tjomadi, F., Rahman, S., & Basit, M. (2025). HUBUNGAN DERAJAT DIABETIC FOOT ULCER TERHADAP TINGKAT DEPRESI PADA PASIEN DIABETES MELITUS. *Jurnal Keperawatan Jiwa (JKJ): Persatuan Perawat Nasional Indonesia*, *13*(2), 343–348.
- Nouman, M., Apiputhanayut, R., Narungsri, T., Tipchatyotin, S., & Dissaneewate, T. (2024). Comparative Analysis of Three Types of Therapeutic Offloading Diabetic Shoes With Custom Made Insole on Plantar Pressure Distribution in Severe Diabetic Charcot Foot. *Canadian Prosthetics and Orthotics Journal*, *7*(1), 1–9. <https://doi.org/10.33137/cpoj.v7i1.41780>
- Oliveira, A. F. De, Carolina, A., Marchi, B. De, & Leguisamo, C. P. (2016). Diabetic footwear : is it an assistive technology capable of reducing peak plantar pressures in elderly patients with neuropathy? *Fisioter Mov*, *29*(3), 469–476.
- Parveen, K., Hussain, M. A., Anwar, S., Elagib, H. M., & Kausar, M. A. (2025). Comprehensive review on diabetic foot ulcers and neuropathy: Treatment, prevention and management. *World Journal of Diabetes*, *16*(3), 1–17.

- <https://doi.org/10.4239/wjd.v16.i3.100329>
- Prasetyanto, I. M., Andriana, R. A. M., Pawana, I. P. A., Tinduh, D., Novida, H., & Utomo, B. (2024). Insoles reduce peak plantar pressure in diabetic peripheral neuropathy. *Journal of Medicinal and Pharmaceutical Chemistry Research*, 6(January), 571–580.
- Preece, S. J., Chapman, J. D., Braunstein, B., Brüggemann, G., & Nester, C. J. (2017). Optimisation of rocker sole footwear for prevention of first plantar ulcer: comparison of group-optimised and individually-selected footwear designs. *Journal of Foot and Ankle Research*, 10(27), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s13047-017-0208-3>
- Rumanes, A., Netten, J. J. Van, Hutting, K. H., Gemert-pijnen, L. J. E. W. C. Van, & Baal, J. G. van. (2025). Offloading Strategies Used for Plantar Diabetic Foot Ulcers and Their Outcomes in Real-Life Clinical Practice. *Journal of Clin*, 14, 1–17.
- Schaper, N. C., Netten, J. J. van, Apelqvist, J., Bus, S. A., Fitrige, R., Game, F., Monteiro-Soares, M., & Senneville, E. (2023). *IWGDF Guidelines on the prevention and management of diabetes-related foot disease*.
- Shi, Q. Q., Li, P. L., Yick, K. L., Li, N. W., & Jiao, J. (2022). Effects of contoured insoles with different materials on plantar pressure offloading in diabetic elderly during gait. *Scientific Reports*, 12(15395), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-19814-0>
- Stief, T., & Walther, M. (2026). Influence of prefabricated orthopedic footwear with rocker soles on foot loading while walking: A comparative biomechanical investigation of three different types of footwear. *Gait and Posture*, 128(March), 110201. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2026.110201>
- Withers, R. V, Perrin, B. M., Landorf, K. B., & Raspovic, A. (2023). Offloading effects of a removable cast walker with and without modification for diabetes - related foot ulceration: a plantar pressure study. *Journal of Foot and Ankle Research*, 16(27), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s13047-023-00625-z>
- Zwaferink, J. B. J., Custers, W., Paardekooper, I., Berendsen, H. A., & Bus, S. A. (2020). Optimizing footwear for the diabetic foot: Data-driven custom-made footwear concepts and their effect on pressure relief to prevent diabetic foot ulceration. *PLoS ONE*, 15(4), 90–98. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224010>