

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Diabetes mellitus (DM) menjadi salah satu tantangan kesehatan global yang terus meningkat. Berdasarkan laporan *International Diabetes Federation* (IDF), prevalensi global DM pada tahun 2019 mencapai 9,3% dari populasi dunia, dengan proyeksi peningkatan menjadi 10,2% pada tahun 2030 dan 10,9% pada tahun 2045 (Saeedi et al., 2019). Bahkan pada tahun 2021, rasio DM melonjak menjadi 10,5% dan diperkirakan akan mencapai 12,2% pada tahun 2045, dengan dominasi pada kelompok usia 75–79 tahun (Williams et al., 2020). Situasi di Indonesia mencerminkan tren global ini, dengan peningkatan frekuensi dari 6,9% pada tahun 2013 menjadi 10,9% pada tahun 2018 (Ong et al., 2023). Di Sulawesi Selatan, angka kejadian DM juga meningkat dari 1,3% menjadi 1,5% pada periode yang sama (Riskesdas, 2018). Peningkatan prevalensi DM menegaskan urgensi upaya deteksi dini dan manajemen yang efektif untuk menekan dampaknya.

Sebagai penyakit kronis yang kompleks, DM tidak hanya berdampak pada aspek metabolik, tetapi juga memicu berbagai komplikasi serius. Salah satu komplikasi utama yang menjadi perhatian global adalah *diabetic foot ulcer* (DFU) (Farmaki et al., 2021). DFU merupakan salah satu komplikasi paling umum, dengan sekitar 25% penyandang DM berisiko DFU sepanjang hidup mereka (Monteiro-Soares et al., 2020). Berdasarkan data, 10,3% penyandang DM mengalami DFU (Hussain et al., 2022), dengan distribusi berbeda di berbagai wilayah. Amerika Utara mencatat prevalensi tertinggi, 13,0%, sedangkan Asia lebih rendah 5,5% (Zhang et al., 2017). Di Indonesia, penelitian di rumah sakit

daerah melaporkan 12% penyandang DM mengalami DFU (Yusuf et al., 2016). Data ini menunjukkan DFU sebagai tantangan serius, memerlukan langkah strategis untuk pencegahan.

Untuk mengatasi tingginya kejadian dan dampak DFU, diperlukan pemahaman yang mendalam mengenai faktor-faktor penyebab utamanya. Salah satu penyebab utama adalah kombinasi mikroangiopati dan neuropati secara progresif menyebabkan DFU (J. Kim, 2023; Sugimoto et al., 2019; Syafril, 2018). Akibatnya, kondisi ini menjadikan DFU penyebab utama amputasi non-traumatik pada penyandang DM, yang berdampak signifikan terhadap penurunan kualitas hidup (Dayya et al., 2022; Habibu et al., 2022) dan peningkatan angka kematian (Al-Rubeaan et al., 2017; Swaminathan et al., 2024). Selain dampak klinis, DFU juga berkontribusi pada tingginya biaya perawatan (Schaper *et al.*, 2016; Ghorbani *et al.*, 2024). Dengan demikian, deteksi dini DFU sangat penting untuk mencegah komplikasi serius.

Deteksi dini DFU menjadi salah satu upaya pencegahan yang dapat dilakukan pada penyandang DM. Deteksi dini krusial untuk mencegah hingga 85% komplikasi melalui identifikasi dan intervensi akurat (Ang et al., 2017; Bus et al., 2020; Davies et al., 2022). Berbagai alat diagnostik dikembangkan untuk mendukung upaya ini, seperti *Ankle-Brachial Index* (ABI) efektif dalam mendeteksi risiko DFU (Toth-Vajna et al., 2019), dan uji monofilamen untuk mendeteksi neuropati perifer (Q. Zhang et al., 2018). Selain itu, sol sepatu berteknologi sensor juga terbukti mengurangi risiko DFU (Tang et al., 2023). Sebagai alternatif, metode sederhana seperti *Ipswich Touch Test* (IpTT) akurat dalam mendeteksi risiko DFU (Basir et al., 2020). Dengan memanfaatkan

berbagai alat diagnostik yang tersedia, pendekatan deteksi dini dapat dioptimalkan untuk menekan risiko komplikasi DFU secara signifikan.

Meskipun berbagai alat diagnostik telah tersedia, implementasi metode deteksi risiko DFU masih menghadapi sejumlah tantangan. Saat ini, metode tersebut sangat bergantung pada tenaga kesehatan yang terlatih dan perangkat diagnostik yang mahal (Zhang *et al.*, 2018; Toth-Vajna *et al.*, 2019). Pendekatan ini memiliki keterbatasan signifikan, terutama dalam hal aksesibilitas bagi penyandang DM dan tenaga kesehatan di daerah dengan sumber daya yang terbatas (Z. Wang *et al.*, 2024). Oleh karena itu, diperlukan alternatif yang lebih terjangkau dan mudah diakses. Salah satu solusi potensial adalah pemanfaatan teknologi berbasis mobile (Nagaraju, 2023), yang memungkinkan tenaga kesehatan melakukan deteksi risiko DFU secara efektif di fasilitas layanan kesehatan.

Sebagai solusi yang menjanjikan, pengembangan teknologi berbasis mobile menawarkan pendekatan praktis dan terjangkau bagi penyandang DM serta tenaga kesehatan, khususnya dalam mendukung deteksi dini dan pengelolaan risiko DFU. Aplikasi *mHealth* terbukti meningkatkan kontrol glikemik dan menurunkan kadar HbA1c pada penyandang DM (Shan *et al.*, 2019; Swerdlow, 2023). Selain itu, teknologi aplikasi digital seperti *Diabetes Digital App Technology* telah berperan signifikan dalam mendukung manajemen DM secara efektif (Alexander Fleming *et al.*, 2020). Begitu pula aplikasi seperti ABANG MADE juga memberikan kontribusi penting dalam mengidentifikasi risiko DFU dengan pendekatan yang mudah digunakan (Yusuf *et al.*, 2020). Dengan

demikian, teknologi berbasis mobile berpotensi besar mendukung deteksi dini dan pengelolaan risiko DFU pada penyandang DM secara efektif.

Dengan potensi yang dimiliki teknologi mobile, pengembangan aplikasi spesifik untuk deteksi dini risiko DFU menjadi langkah strategis yang sangat diperlukan. Dimana pendekatan konvensional dalam deteksi risiko DFU yang bergantung pada tenaga kesehatan atau alat diagnostik mahal sering kali terkendala oleh faktor aksesibilitas dan keterbatasan sumber daya (S. Zhang, 2021). Sebagai opsi lain, aplikasi mobile menawarkan solusi yang lebih efisien, mempermudah tenaga kesehatan dalam melakukan deteksi dini dan diagnosis lebih cepat, tanpa memerlukan peralatan mahal (Cassidy et al., 2023; Nagaraju, 2023; van Doremalen et al., 2019). Namun, hingga saat ini, belum tersedia aplikasi mobile yang mudah digunakan dan efisien untuk mendeteksi risiko DFU oleh tenaga kesehatan maupun penyandang DM. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi mobile yang dirancang khusus untuk deteksi dini risiko DFU, guna meningkatkan aksesibilitas, mempercepat proses diagnosis, dan menyediakan solusi yang terjangkau tanpa bergantung pada alat diagnostik mahal atau tenaga kesehatan terlatih.

B. Rumusan Masalah

DFU merupakan salah satu komplikasi serius yang sering terjadi pada penyandang DM. DFU memiliki tingkat kejadian seumur hidup sebesar 25% pada penyandang DM (Monteiro-Soares et al., 2020). Dimana DFU menjadi salah satu penyebab utama amputasi non-traumatik yang berdampak signifikan pada penurunan kualitas hidup serta peningkatan angka kematian (Al-Rubeaan et al., 2017; Dayya et al., 2022). Selain itu, DFU juga berkontribusi pada tingginya biaya

perawatan kesehatan, yang membebani penyandang DM dan sistem kesehatan global (Schaper et al., 2016).

Saat ini, berbagai metode deteksi dini risiko DFU telah dikembangkan, seperti penggunaan ABI dan uji monofilamen, yang efektif mendeteksi neuropati perifer (Toth-Vajna et al., 2019; Q. Zhang et al., 2018). Di era modern, teknologi mobile health (mHealth) juga telah digunakan dalam manajemen diabetes, termasuk aplikasi seperti ABANG MADE yang membantu mendeteksi risiko DFU (Yusuf et al., 2020). Namun, metode ini sering kali terbatas oleh aksesibilitas, biaya mahal, serta ketergantungan pada tenaga kesehatan terlatih (Z. Wang et al., 2024; S. Zhang, 2021).

Teknologi mobile menawarkan potensi besar sebagai solusi inovatif untuk mendeteksi dini risiko DFU. Beberapa pendekatan seperti aplikasi berbasis getaran pada ponsel telah terbukti efektif dalam mengidentifikasi neuropati pada penyandang DM yang berisiko mengalami DFU (Jasmin et al., 2023). Selain itu, aplikasi digital juga memberikan manfaat dalam meningkatkan manajemen DM dan mendeteksi risiko komplikasi (Shan et al., 2019). Walaupun telah ada studi yang menunjukkan efektivitas teknologi mobile dalam mendukung deteksi dini DFU, hingga saat ini belum tersedia aplikasi mobile yang dirancang secara khusus untuk mendukung deteksi dini risiko DFU secara luas, terutama di wilayah dengan sumber daya terbatas.

Oleh karena itu, diperlukan pengembangan aplikasi mobile yang lebih spesifik, efektif, dan terjangkau untuk deteksi dini risiko DFU. Aplikasi ini diharapkan dapat meningkatkan aksesibilitas, mempercepat diagnosis, dan mengurangi ketergantungan pada alat diagnostik mahal atau tenaga kesehatan

terlatih. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan mengembangkan aplikasi deteksi dini risiko DFU berbasis handphone untuk penyandang DM.

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Mengembangkan aplikasi untuk mendeteksi dini risiko DFU pada penyandang DM.

2. Tujuan Khusus

- a. Merancang aplikasi Cek-Up Kaki Diabetes berbasis *handphone* yang dapat digunakan untuk mendeteksi risiko *DFU* secara dini.
- b. Melakukan uji coba aplikasi Cek-Up Kaki Diabetes berbasis *handphone*
- c. Evaluasi persepsi perawat terhadap penggunaan aplikasi Cek-Up Kaki Diabetes

D. Pernyataan Originalitas Penelitian

Penelitian ini merupakan yang pertama kali mengembangkan aplikasi mobile berbasis handphone untuk deteksi dini risiko DFU secara khusus di Indonesia. Walaupun teknologi mHealth telah digunakan dalam manajemen diabetes, seperti aplikasi ABANG MADE (Yusuf et al., 2020). Penelitian ini mengintegrasikan pendekatan yang lebih terjangkau, praktis, dan dirancang untuk dapat digunakan baik oleh tenaga kesehatan maupun penyandang DM secara langsung.

Hingga saat ini, kebanyakan metode deteksi DFU masih mengandalkan alat diagnostik seperti ABI atau uji monofilamen, yang meskipun efektif (Zhang

et al.,2018; Toth-Vajna *et al.*,2019). Seringkali tidak dapat diakses oleh masyarakat di wilayah dengan sumber daya terbatas (Z. Wang *et al.*, 2024). Penelitian ini mengisi kesenjangan tersebut dengan menghadirkan solusi teknologi mobile yang mampu mendeteksi risiko DFU tanpa memerlukan alat diagnostik yang mahal atau pelatihan khusus tenaga kesehatan.

Selain itu, meskipun berbagai aplikasi digital telah mendukung manajemen diabetes secara umum, seperti *Diabetes Digital App Technology* (Alexander Fleming *et al.*, 2020). Aplikasi berbasis getaran untuk mendeteksi neuropati (Jasmin *et al.*, 2023). Hingga kini, belum ada aplikasi khusus untuk deteksi dini DFU pada populasi dengan akses terbatas ke fasilitas kesehatan. Penelitian ini menawarkan kontribusi orisinal dengan mengembangkan aplikasi yang meningkatkan aksesibilitas dan mengurangi ketergantungan pada perangkat diagnostik yang mahal. Melalui validasi aplikasi dan uji lapangan yang melibatkan berbagai pengguna, penelitian ini diharapkan menjadi landasan solusi digital dalam pencegahan komplikasi DFU secara luas, baik di Indonesia maupun global.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Diabetes Melitus

1. Definisi

Diabetes Mellitus (DM) merupakan sekelompok penyakit metabolisme yang dicirikan oleh peningkatan kadar gula darah, atau hiperglikemia, yang disebabkan oleh ketidaknormalan dalam produksi insulin, kinerja insulin, atau keduanya (Soelistijo et al, 2019). Komplikasi makrovaskular dan mikrovaskular sering terjadi akibat DM, dengan resistensi insulin atau ketidakpekaan terhadap insulin menjadi penyebab utama komplikasi makrovaskular, sementara hiperglikemia kronik menjadi pemicu utama komplikasi mikrovaskular (Decroli, 2019). DM, yang umumnya dikenal sebagai "kencing manis" atau "gula" dalam kalangan masyarakat, adalah gangguan endokrin yang sering ditemui, di mana tubuh tidak dapat memproduksi cukup insulin atau menunjukkan resistensi terhadap insulin yang beredar. Kondisi ini dapat diidentifikasi dengan tingginya kadar gula darah selama periode waktu yang lama (Schwerin DL, 2023).

2. Etiologi

Etiologi DM menurut (Decroli, 2019) yaitu :

- a. Resistensi insulin terjadi ketika diperlukan konsentrasi insulin yang lebih tinggi dari normal untuk menjaga kadar gula darah tetap normal. Insulin tidak dapat berfungsi secara efektif di sel otot, lemak, dan hati, yang memaksa pankreas untuk mengkompensasi dengan meningkatkan

produksi insulin. Jika produksi insulin oleh sel beta pankreas tidak mencukupi untuk mengimbangi peningkatan resistensi insulin, maka kadar glukosa darah akan meningkat.

- b. Disfungsi sel beta pankreas terjadi sebagai hasil dari kombinasi faktor genetik dan lingkungan. Beberapa teori telah diajukan untuk menjelaskan proses kerusakan pada sel beta, termasuk teori glukotoksisitas (akumulasi glukosa yang berkepanjangan), lipotoksisitas (toksisitas sel karena penumpukan lemak yang abnormal), dan penumpukan amiloid (penyusunan fibril protein dalam tubuh).
- c. Beberapa faktor lingkungan yang signifikan yang berkontribusi pada perkembangan Diabetes Mellitus Tipe 2 (DMT2) termasuk obesitas, konsumsi makanan berlebihan, dan kurangnya aktivitas fisik. Studi baru menunjukkan bahwa DMT2 dan obesitas berhubungan satu sama lain. Ini termasuk sitokin proinflamasi seperti tumor necrosis factor alfa (TNF α) dan interleukin-6 (IL-6), resistensi insulin, gangguan metabolisme asam lemak, proses seluler seperti disfungsi mitokondria, dan stres retikulum endoplasma.

3. Klasifikasi DM

DM dapat diklasifikasikan ke dalam kategori sebagai berikut:

- a. DM tipe 1 (T1DM) dikenal sebagai diabetes tergantung insulin atau DM masa kanak-kanak atau remaja. Sekitar 5% hingga 10% kasus diabetes adalah akibat dari penyakit ini. Hal ini dapat dikaitkan dengan kerusakan autoimun sel beta penghasil insulin di pulau pankreas oleh berbagai sumber, seperti kerentanan genetik, penyakit virus, pankreatitis yang

disebabkan oleh racun atau alkohol, atau faktor makanan tertentu. T1DM biasanya didiagnosis pada anak-anak dan remaja, tetapi orang dewasa juga bisa menderita. Hal ini disebut sebagai "tergantung insulin" dan memerlukan pemberian insulin subkutan melalui infus pompa atau suntikan berkala (Schwerin DL, 2023).

- b. Salah satu jenis DM Type 2 yang lebih umum dikenal sebagai diabetes non-insulin atau diabetes usia dewasa. Ini menyumbang 90% kasus DM. Ini terkait dengan desensitisasi insulin atau resistensi insulin, yang merupakan penurunan respons terhadap insulin di berbagai jaringan. Produksi insulin awalnya lebih tinggi, tetapi kemudian akan menurun. DM type 2 paling sering terjadi pada orang yang berusia lebih dari 45 tahun. Namun, karena pola makan yang berlebihan energi, kurangnya aktivitas fisik, dan obesitas yang meningkat, penyakit ini lebih sering terjadi pada anak-anak, remaja, dan dewasa muda (Schwerin DL, 2023).
- c. *Gestasional Diabetes melitus* (GDM) adalah hiperglikemia yang pertama kali ditemukan selama kehamilan. *GDM* biasanya terjadi pada trimester kedua dan ketiga kehamilan, meskipun dapat terjadi kapan saja selama kehamilan. *ADA* menyatakan bahwa *GDM* menyebabkan masalah 7% kehamilan. Wanita dengan *GDM* dan keturunannya memiliki risiko yang lebih tinggi untuk mengembangkan DM tipe 2 di kemudian hari (Schwerin DL, 2023).
- d. DM jenis tertentu yang disebabkan oleh faktor lain, seperti sindrom diabetes monogenik (seperti diabetes neonatal dan diabetes usia muda), penyakit eksokrin pankreas (seperti fibrosis kistik dan pankreatitis), dan

penyakit akibat obat atau bahan kimia. diabetes yang diinduksi adalah hasil dari penyakit gangguan metabolik yang ditandai oleh kenaikan kadar glukosa darah akibat faktor genetik fungsi sel beta, defek genetik kerja insulin, penyakit eksokrin pankreas, penyakit metabolik endokrin lain, iatrogenik, infeksi virus, penyakit autoimun, dan sindrom genetik lainnya yang terkait dengan metabolisme (*American Diabetes & Association.*, 2022).

4. Manifestasi klinis

Menurut (Sulastri, 2022) manifestasi klinis DM adalah :

- a. Polyphagia
- b. Polidipsi
- c. Polyuria
- d. Berat badan menurun
- e. Keletihan
- f. Kelemahan
- g. Tiba tiba terjadi perubahan pandangan
- h. Kebas pada tangan/kaki
- i. Kulit kering
- j. Luka sulit sembuh
- k. Retinopati

5. Komplikasi DM

Komplikasi Menurut (Nuraini et al., 2023) DM bersifat akut dan kronik, yaitu:

- a. Komplikasi Akut
 - 1) Krisis hiperglikemia

a) Keotasidosis diabetes (KAD)

Ketoasidosis diabetes adalah komplikasi akut diabetes melitus yang ditandai dengan peningkatan kadar gula darah yang sangat tinggi (300–600 mg/dl), gejala asidosis, peningkatan kadar keton dalam plasma, peningkatan osmolaritas plasma (300–320 mOs/ml), dan peningkatan gap anion.

b) Status hiperglikemia hyperosmolar

Kadar gula darah yang sangat tinggi (lebih dari 600 mg/dl) merupakan tanda komplikasi ini. Gejala dan tanda-tanda asidosis tidak terlihat dalam kondisi ini. Plasma memiliki osmolaritas yang sangat tinggi, mencapai lebih dari 320 mOs/ml. Dalam plasma, kadar keton dapat positif atau negatif. Anion gap sedikit meningkat atau normal. Komplikasi kedua krisis hiperglikemia ini meningkatkan tingkat kesakitan dan kematian. Akibatnya, kedua kondisi tersebut memerlukan penanganan yang cepat dan tepat.

2) Hipoglikemia

Penurunan kadar gula darah di bawah 70 mg/dl dikenal sebagai hipoglikemia, yang dapat didiagnosis dengan Trias Whipple, yang terdiri dari:

- a) Adanya gejala hipoglikemia
- b) Kadar gula darah yang rendah
- c) Gejala membaik setelah diberikan pengobatan

Gejala hipoglikemia dapat dikategorikan sebagai berikut:

(1) Autonomik

Tanda : Rasa lapar, berkeringat, gelisah, palpitasi, parastesia, dan tremoulessnes.

Gejala : lemah, takikardia, dan tekanan napas yang lebih tinggi.

(2) Neuroglukopenik

Tanda : lemah, lesu, dizziness, confusiuon, pusing, perubahan sikap, gangguan kognitif, pandangan kabur, dan diplopia.

Gejala : Cortical blindness, hipotermia, kejang, koma.

b. Komplikasi Kronik

Komplikasi kronik dapat menyebabkan makroangiopati dan mikroangiopati.

1) Makroangiopati

Komplikasi kronis makroangiopati dapat menyebabkan kerusakan pada pembuluh darah besar, antara lain:

- a) Pembuluh darah otak: dapat menyebabkan stroke
- b) Pembuluh darah jantung: penyakit jantung coroner
- c) Pembuluh darah tepi: penyakit arteri perifer pada ekstremitas yang sering dialami penyandang DM. Kondisi ini dapat diawali dengan gejala atau tanpa gejala. Iskemia pada kaki merupakan kelainan yang ditemukan pada penyandang DM dan dapat menimbulkan luka.

2) Mikroangiopati:

- a. Neuropati: neuropati perifer dapat menyebabkan kehilangan sensasi distal, meningkatkan risiko luka kaki dan amputasi.
- b. Angiopati: kadar gula darah tinggi dapat menyebabkan kerusakan pembuluh darah dan gangguan sirkulasi pada jantung. Pengontrolan gula darah dan faktor risiko lainnya dapat mencegah atau menunda komplikasi kardiovaskuler.
- c. Deformitas Kaki : perubahan struktur atau bentuk kaki yang meningkatkan risiko DFU. Deformitas yang umum meliputi hammer toes, claw toes, hallux valgus (bunions), Charcot foot, penonjolan tulang (bony prominences), serta penurunan lengkung kaki (arch collapse). Selain itu, deformitas dapat disertai dengan hiperkeratosis akibat tekanan berulang atau ketidakseimbangan otot karena neuropati perifer. Deformitas ini sering kali memperburuk distribusi tekanan pada kaki, sehingga meningkatkan risiko luka, terutama pada pasien dengan neuropati atau iskemia.

B. Diabetic Foot Ulcer

1. Definisi DFU

Diabetic Foot Ulcer (DFU) merupakan salah satu komplikasi serius yang sering terjadi pada penyandang DM. *DFU* terkait DM memiliki tingkat kejadian seumur hidup 19-34%, dengan tingkat kejadian tahunan 2% (Foot, 2023). Jutaan orang di seluruh dunia dipengaruhi oleh beban global yang disebabkan oleh *DFU* (Abdalla et al., 2023). *IDF* memperkirakan

peningkatan jumlah penyandang DM dari 537 juta pada tahun 2021 menjadi 643 juta pada tahun 2030 dan 783 juta pada tahun 2045, dengan sekitar 80% dari peningkatan ini terjadi di negara berkembang (Aliyu et al., 2023).

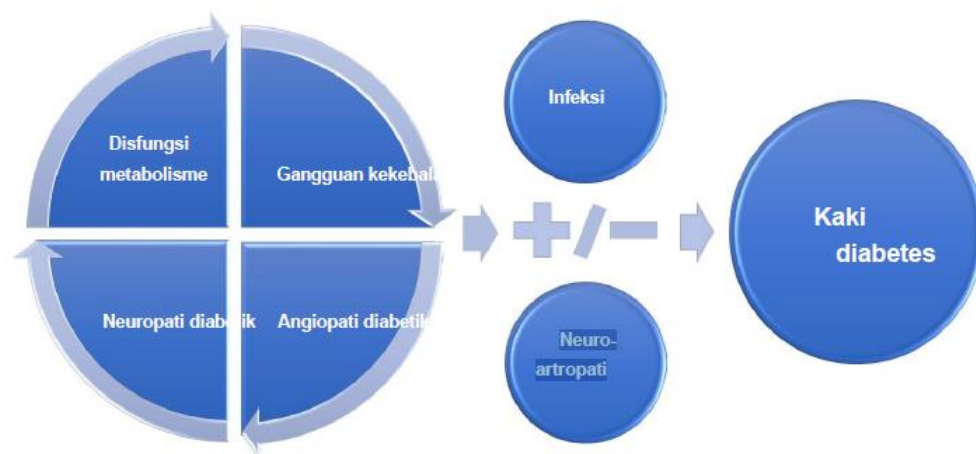
Ketika penyandang DM memiliki suhu kaki yang tinggi, risiko neuropati, neuroiskemia, atau *DFU* meningkat (Gatt et al., 2018). DM dapat menyebabkan masalah mikro dan makrovaskuler, menyebabkan perubahan yang pada kaki, dan meningkatkan risiko ulserasi (Ababneh et al., 2023).

DFU adalah salah satu efek yang paling buruk dari DM, yang dapat menyebabkan amputasi dan kematian (An, 2023). *DFU* disebabkan oleh neuropati perifer, yang menyebabkan penyandang DM secara bertahap kehilangan sensasi yang melindungi kaki mereka dari nyeri. Akibatnya, penyandang DM cenderung melakukan beban yang berlebihan pada kaki mereka dan mengalami cedera yang parah (Chatzistergos et al., 2023) *DFU* adalah salah satu komplikasi kronis DM yang paling umum dan lebih serius. Ini ditandai dengan infeksi, ulserasi, dan (atau) kerusakan jaringan dalam pada kaki dan/atau ekstremitas bawah (Chen et al., 2023).

Pada penyandang *DFU*, nilai HbA1c meningkat, Nilai Wagner/PEDIS, tingkat keparahan penyakit, perluasan pembedahan, tingkat amputasi, dan kehilangan jaringan meningkat (Akyüz et al., 2023). Satu dari empat penyandang DM menjalani operasi *DFU*. Faktor risiko termasuk lebih dari satu *DFU*, *PAD*, CRP lebih dari 100, neuropati perifer, dan denyut kaki tidak teraba (Anwander et al., 2023).

2. Patofisiologi

Faktor penyebab *DFU* termasuk perubahan sistem kekebalan tubuh, metabolik, neuropati, dan angiopati. Interaksi antara disfungsi metabolik, imunopa-diabetes neuropati diabetik, dan angiopati diabetik mendorong perkembangan dan perkembangan *DFU* dan dapat menyebabkan neuroartropati diabetik.



Gambar 2. 1 Patofisiologi DFU (J. Kim, 2023)

1. Disfungsi metabolisme

DM memiliki efek pada pembuluh darah mikro epineural dan mengurangi pasokan darah ke saraf penyangg DM (N.M.Grover.Johnson et al, 1981). Selain itu Hiperglikemia meningkatkan regulasi aldosa reduktase dan sorbitol dehidrogenase, yang menyebabkan peningkatan produksi fruktosa dan sorbitol. Ini menyebabkan masalah sensorik ini. Sintesis myoinositol sel saraf dan konduksi saraf berkurang karena produk glukosa ini terakumulasi dan menyebabkan stres osmotik (Ramirez-Acuna et al., 2019). Salah satu tanda neuropati diabetik sensorik adalah peradangan intraneural tingkat rendah (Baum et al., 2021).

b. Imunopati diabetik

Penekanan pada produksi *nitric oxide* (NO) endotel selama hiperglikemia menghambat NO sintase, yang menyebabkan peningkatan kadar *Reactive Oxygen Species* (ROS), terutama radikal superoksida. Peningkatan kadar ROS ini menyebabkan peningkatan konsentrasi hidrogen peroksida, yang memungkinkan pembentukan radikal hidroksil yang sangat reaktif dan kerusakan sel. Aksi gabungan NO dan superoksida menghasilkan produksi peroksinitrit, yang berdampak pada vasodilatasi endotel. Selama proses ini, konsentrasi lipoprotein densitas rendah meningkat, yang diikuti oleh aterosklerosis mikrosirkulasi, peningkatan peradangan, pertumbuhan intima yang tidak normal, agregasi trombosit, dan trombosis (Eslami et al., 2007). Hipoglikemia meningkatkan stres oksidatif, produk terkait, dan kelebihan hidrogen peroksida (Yao & Brownlee, 2010). Ketika NO sintase dipisahkan, produksi NO berkurang, yang menghambat penyembuhan luka (Wu et al., 2018). Dalam proses penyembuhan luka, pengendalian pembentukan dan eliminasi ROS sangat penting. Namun, DFU menunjukkan peningkatan kadar ROS, yang menghambat penyembuhan luka. Kadar ROS yang meningkat juga menyebabkan stres oksidatif yang berlebihan.

c. Neuropati diabetik

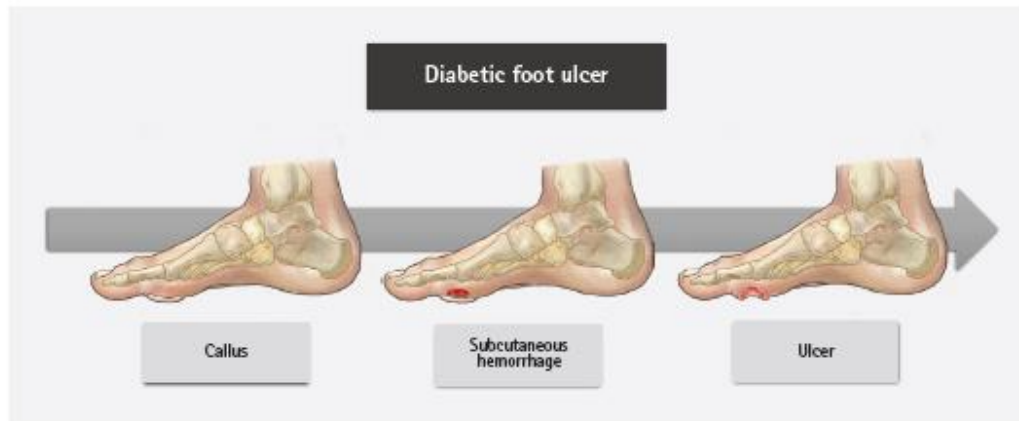
DM memiliki komplikasi yang paling umum, yaitu neuropati perifer (Boulton, et al, 2005). Lebih dari 60% DFU adalah akibat neuropati (Strotmeyer et al., 2009). Prevalensi neuropatik sangat terkait dengan durasi DM dan kadar hemoglobin terglikasi (Sabanayagam et al.,

2009). Hipereksitabilitas terjadi karena ujung saraf yang rusak pada neuropati diabetik karena potensial aksi terganggu, yang menyebabkan persepsi nyeri (Dickenson et al., 2002).

Hiperalgesia, paresthesia, dan allodynia adalah tanda neuropati sensorik. Hilangnya sensasi pelindung disebabkan oleh neuronati sensorik. Akibatnya, kemungkinan mengalami trauma meningkat secara signifikan (Volmer-Thole & Lobmann, 2016). Atrofi otot-otot kecil kaki, yang menyebabkan malposisi jari-jari kaki (clawtoe), adalah salah satu gejala neuropati motorik (Russell & Zilliox, 2014). Perubahan pada otot-otot ini dapat menyebabkan kelainan bentuk kaki, yang merupakan konsekuensi biomekanik. Pengerasan tendon Achilles meningkatkan tekanan pada kaki depan dan menyebabkan kekakuan dan pemendekan tendon, yang dapat menyebabkan kelainan bentuk kaki seperti jari kaki cakar dan jari kaki palu (Trieb, 2016)

Beban kaki yang tidak seimbang dan gaya berjalan yang tidak stabil disebabkan oleh neuropati perifer sensorik dan motorik yang bergabung. Peningkatan beban tekanan plantar dan neuropati menyebabkan hiperkeratosis seiring waktu. Kaki menjadi kering dan pecah-pecah karena neuronati otonom mengurangi fungsi kelenjar keringat dan sebaceous. Hal ini juga mengurangi respons neuroinflamasi terhadap rangsangan berbahaya (Bansal et al., 2006). Akibatnya, kulit kaki menjadi lebih rentan terhadap infeksi dan kerusakan karena kemampuan alaminya untuk melembabkan hilang. Kalus kaki dapat dibentuk oleh neuropati sensorik, motorik, dan otonom. Ulkus kulit

muncul melalui perdarahan subkutan setelah terpapar berulang kali terhadap faktor eksternal atau eksternamaupun trauma (Armstrong et al., 2017).



Gambar 2. 2 Proses pembentukan kalus hingga pembentukan ulserasi (Armstrong et al., 2017).

d. Infeksi Kaki Diabetik

Interaksi antara faktor metabolik, imunopati, neuropati diabetik, dan angiopati diabetik dapat mengakibatkan kondisi yang serius, seperti infeksi, ulkus iskemik, dan gangren, yang pada gilirannya dapat memicu amputasi (Bandyk, 2018). Salah satu bakteri yang seringkali terlibat dalam DFU adalah *Staphylococcus aureus* yang resisten terhadap metisilin, dikenal sebagai MRSA, (Stacey et al., 2019). Infeksi oleh *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) juga dikaitkan dengan tingkat rawat inap yang lebih tinggi dan risiko amputasi yang lebih tinggi, meskipun tidak tampak memengaruhi tingkat kematian (Ergonul et al., 2018). Namun demikian, tingkat kelangsungan hidup penyandang DM yang mengalami infeksi ulseratif hanya mencapai 56%

setelah lima tahun dari munculnya DFU awal (Kerr et al., 2019). Keseluruhan, pencegahan dan manajemen yang efektif terhadap kondisi ini memerlukan pemahaman mendalam terhadap faktor-faktor penyebabnya, serta intervensi yang tepat waktu dan terarah.

e. *Charcotneuro-osteoarthropathy*

Proses inflamasi yang disebut *Charcotneuro-osteoarthropathy* (CNO), yang juga dikenal sebagai kaki Charcot, terjadi pada individu dengan polineuropati perifer dan menyebabkan cedera pada tulang, sendi, dan jaringan lunak. Proses ini biasanya terjadi pada penyandang DM, khususnya pada kaki dan pergelangan kaki, tetapi juga dapat terjadi pada siapa pun yang mengalami neuropati perifer. Cedera pada jaringan lunak dan tulang dapat menyebabkan gangguan neurologis.

CNO adalah artropati degeneratif yang berlangsung lama dan berkembang yang terutama disebabkan oleh masalah persarafan sensorik pada sendi yang terkena. Kondisi berbahaya ini, yang sering menyerang tulang kaki, dapat menyebabkan kelainan bentuk, meningkatkan risiko DFU dan kecacatan lanjutan. Subluksasi dan dislokasi sendi, osteolisis tulang, fragmentasi, dan edema jaringan lunak adalah tanda-tanda perkembangan kaki Charcot (Schaper et al., 2016).

Salah satu deformitas yang paling umum pada kaki Charcot adalah keruntuhan bagian tengah kaki, yang disebut deformitas "*rockerbottom*". Selain itu, kelainan bentuk seperti hallux valgus dan benda lepas di rongga sendi juga dapat terjadi, yang meningkatkan risiko DFU berulang (Dinker R Pai, 2013). Dalam hal ini, pemahaman mendalam tentang

CNO sangat penting untuk pencegahan dan manajemen yang baik, terutama pada penyandang DM.

3. Penatalaksanaan DFU

Penanganan DFU melibatkan berbagai pendekatan, yang mencakup tindakan pencegahan dan beragam metode pengobatan. Ini mencakup baik prosedur non-invasif maupun invasif.

Preventive care	Non-invasive modalities	Invasive modalities
Self screening Health care screening Insoles Podiatric care	Wound dressing Human skin equivalent Total-contact casting Hyperbaric oxygen Topical growth factors Shock wave therapy Stem cell therapy Antibiotics Negative pressure wound care Maggot therapy	Debridement Revascularization Skin grafting Amputation

Gambar 2. 3 Penatalaksanaan *DFU* (McDermott et al., 2023)

1. Pencegahan

Pemberian edukasi manajemen DM, perawatan kaki yang tepat, dan pengenalan gejala awal *DFU* menjadi langkah awal yang penting (van Netten et al., 2020). Kemudian monitoring glukosa darah secara rutin dan kepatuhan terhadap terapi pengelolaan DM juga merupakan faktor kunci dalam pencegahan *DFU* (Jais et al., 2023). Serta edukasi yang menyeluruh dapat meningkatkan perawatan mandiri kaki penyandang DM dan membantu mencegah risiko *DFU* (Moreira et al., 2020).

b. Non-Invasif

Metode penatalaksanaan *DFU* yang paling umum, dengan banyak opsi pengobatan yang mungkin. Pembalut luka, *human skin equivalent*

(HSE), pengurangan tekanan, *casting kontak total* (TCC), oksigen hiperbarik sistemik, terapi larva (terapi belatung), dan faktor pertumbuhan topika adalah beberapa contohnya (McDermott et al., 2023).

c. Invasif

(1) Debridemen

Debridemen adalah bagian penting dari pengobatan *DFU*, terutama karena kemampuan untuk mengubah lingkungan luka jangka panjang melalui pembuangan jaringan nekrotik dan tidak dapat hidup serta sisa-sisa asing, yang menghambat proses penyembuhan. Meskipun debridemen merupakan langkah awal penting dalam pengobatan *DFU*, itu mungkin tidak selalu menghasilkan penyembuhan total. Setelah pembersihan, luka diperiksa lebih lanjut dan, jika diperlukan, metode pengobatan tambahan diterapkan (Lebrun et al., 2010). Debridemen biasanya digunakan bersamaan dengan metode pengobatan lain.

(2) Revaskularisasi (angioplasti)

Revaskularisasi dapat menjadi pilihan pengobatan yang menjanjikan untuk penyandang dengan *DFU* dan iskemia ekstremitas kronis karena, ketika penyandang DM memiliki riwayat *peripheral arterial disease* (PAD), penyembuhan yang tertunda, tingkat komplikasi yang lebih tinggi, dan risiko amputasi yang lebih tinggi.

Menurut beberapa penelitian menyatakan bahwa tingkat penyembuhan *DFU* setelah revaskularisasi berkisar antara 46% dan 91%, lebih tinggi daripada penyandang *PAD* tanpa revaskularisasi

(Vouillarmet et al., 2016). Selain itu pemasangan stent dan operasi bypass adalah opsi revaskularisasi jika metode lain tidak dapat dilakukan. Selain itu, revaskularisasi balon (pemotongan, pelapisan obat, dan krioplasti) dan pengobatan gelombang kejut untuk lesi kalsifikasi juga dapat dilakukan secara mandiri atau dengan pemasangan stent (Tepe et al., 2021). Secara umum, revaskularisasi adalah pengobatan yang efektif untuk *DFU*, terutama pada penyandang DM yang rentan terhadap amputasi (Meloni et al., 2021). Dengan demikian, metode revaskularisasi seperti pemasangan stent dan operasi bypass dapat meningkatkan kemungkinan penyembuhan penyandang DM dengan *DFU* dan mencegah amputasi.

(3) *Skin grafting* (Cangkok Kulit)

Ketika *DFU* menjadi lebih parah, cangkok kulit dapat membantu mengganti *DFU* yang terinfeksi dan mempercepat penyembuhan. Pencangkokan kulit dapat dilakukan dengan berbagai cara, seperti kulit yang direkayasa secara biologis atau buatan, *autograft* (diambil dari penyandang), *allograft* (diambil dari orang lain), atau *xenograft* (diambil dari hewan). Artikel ulasan yang melihat 17 RCT menemukan bahwa pencangkokan kulit dan penggantian jaringan membantu penyembuhan *DFU* dan mengurangi kemungkinan amputasi. Namun, tidak ada bukti bahwa itu efektif dalam jangka panjang (Santema et al., 2016).

(4) Amputasi

Saat menangani *DFU*, amputasi adalah pilihan penatalaksanaan terakhir. Itu hanya dilakukan pada sebagian besar kasus kelainan yang menjadi kronis atau tingkat infeksi yang membuat kaki tidak dapat berfungsi. Amputasi termasuk dalam kategori minor dan mayor. Amputasi minor adalah pengangkatan area yang lebih kecil, seperti jari kaki atau bagian kaki. Namun, amputasi besar di atas atau di bawah sendi utama seperti siku atau lutut dapat dilakukan. Dalam uji klinis, 38,4% penyandang DM dengan *DFU* menjalani amputasi minor, sementara 6,8% di antaranya menjalani amputasi mayor.(S.-Y. Kim et al., 2018).

C. Manfaat Aplikasi Handphone Dalam Pengkajian

Deteksi dini terhadap risiko *DFU* sangat penting dilakukan oleh penyandang DM guna mencegah terjadinya *DFU* yang berpotensi berlanjut menjadi kondisi serius. Oleh karena itu, beberapa penelitian menyatakan bahwa penggunaan alas kaki, olahraga, diet, pemantauan glukosa darah, pengobatan, dan perawatan kaki dapat membantu mencegah *DFU* (van Netten et al., 2020).). Selain itu, pemberian edukasi secara rutin kepada penyandang DM mengenai pencegahan *DFU* melalui penatalaksanaan DM yang tepat, modifikasi gaya hidup, dan perawatan kaki teratur juga sangat penting (Sukartini et al., 2020). Lebih lanjut, alat skrining yang dapat digunakan untuk deteksi dini risiko *DFU* adalah ABI (Toth-Vajna et al., 2019). Oleh karena itu, pendekatan holistik yang mencakup perawatan fisik, instruksi, dan alat skrining untuk deteksi dini sangat penting untuk menjaga kesehatan kaki penyandang DM dan mencegah *DFU*.

Lima elemen utama yang mendasari upaya pencegahan *DFU* dijelaskan dalam pedoman pencegahan *IWGDF*: Identifikasi orang yang berisiko terkena *DFU*, periksa kaki orang yang berisiko terkena *DFU* secara teratur, memberikan edukasi terstruktur kepada penyandang DM, keluarganya, dan profesional kesehatan, menganjurkan secara teratur memakai alas kaki yang sesuai serta mengobati faktor risiko ulserasi (Schaper et al, 2023). Uji monofilamen saat ini merupakan standar emas untuk diagnosis neuropati (Q. Zhang et al., 2018).

Deteksi dini *DFU* juga dapat dilakukan melalui penggunaan aplikasi *telemedis*, perawatan kaki, sol dalam, alas kaki terapeutik, video edukasi, dan perangkat seluler (Lira et al., 2023). Sol dalam sepatu yang dilengkapi sensor dapat mengurangi risiko *DFU* (Ming et al., 2019) Kemampuan sensor pintar untuk digunakan dalam aplikasi perawatan kaki telah meningkat secara signifikan berkat kemajuan perangkat elektronik dalam mendeteksi *DFU* (Thotad, 2023). Sehingga memungkinkan penggunaan baru dalam aplikasi inovatif untuk deteksi dini risiko *DFU*

Diantara aplikasi itu adalah penggunaan termografi *handphone* dalam mendeteksi dini risiko *DFU* yaitu untuk meningkatkan keakuratan hasil dan memudahkan pemeriksaan pencegahan *DFU* *3D Thermal* digunakan (Rismayanti, 2022). Kemudian termografi dapat digunakan dalam mendeteksi *DFU* (Khosa et al., 2023). Selain itu kamera inframerah adalah alat yang efektif untuk mendeteksi *DFU* pada penyandang DM (Camarena et al., 2023). Oleh karena itu, aplikasi teknologi termografi *handphone* dan kamera inframerah menawarkan alternatif untuk mendeteksi dan mencegah risiko *DFU* pada penyandang DM.

Di era teknologi modern, *handphone* dapat menjadi alat bantu yang sangat bermanfaat bagi penyandang DM karena dapat mencegah *DFU* melalui berbagai fitur dan sensornya. Beberapa penelitian menyatakan bahwa termografi berbasis *handphone* adalah alat yang layak untuk penilaian di rumah sendiri dalam mencegah *DFU* (Qin et al., 2022). Penggunaan termometer *handphone* sebagai alat yang efektif dan alternatif di klinik untuk menilai penyandang DM (Maddah & Beigzadeh, 2020). Dengan demikian, teknologi *handphone* ke dalam pemantauan kesehatan dapat menawarkan cara inovatif untuk mencegah dan menilai kondisi penyandang DM, termasuk risiko *DFU*.

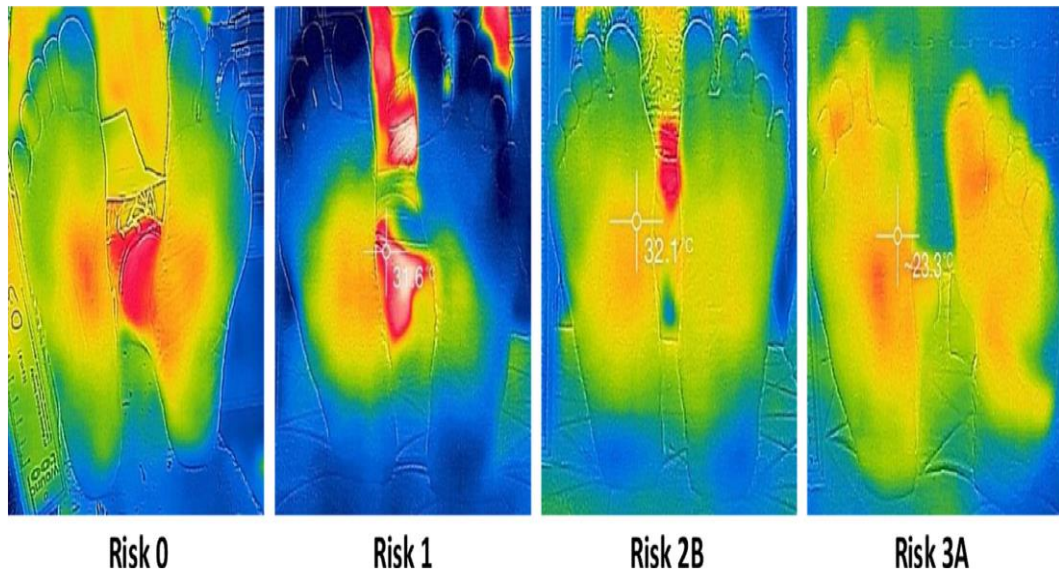
Pemanfaatan *handphone* dan *artificial intelegent* (AI) dalam mendeteksi *DFU* secara sangat akurat menandai langkah penting dalam upaya deteksi dan pemantauan *DFU* (Cassidy et al., 2023). Metode ini memberikan kemudahan bagi pengguna untuk melacak *DFU* secara mandiri di rumah. Sebagai contoh, aplikasi "*MyFootCare*" pada *handphone* telah dikembangkan untuk mendeteksi dan memantau perkembangan penyembuhan *DFU* (Ploderer et al., 2023). Inovasi ini memberikan solusi praktis dengan memberikan akses mudah dan cepat melalui *handphone*. Selain itu, sistem pemantauan *DFU* melalui *handphone* tidak hanya diakui sebagai solusi yang efektif tetapi juga terjangkau, memberikan kemudahan bagi penyandang DM untuk secara rutin memantau kondisi kaki mereka (Swerdlow et al., 2023). Dengan demikian, integrasi teknologi *handphone* dan AI menjadi instrumen yang sangat berharga dalam meningkatkan deteksi dini dan manajemen *DFU*, membawa manfaat signifikan bagi penyandang DM di rumah serta tenaga medis dalam pemantauan jarak jauh.

Memprediksi *DFU* yang terkait dengan DM dapat dilakukan dengan menggunakan foto yang diambil dari *handphone* dan tablet (R. B. Kim et al., 2020). Dengan menggunakan foto dari perangkat mobile, deteksi dini *DFU* memungkinkan penanganan lebih cepat. Kamera *infrared* (IR) pada *handphone* dapat digunakan sebagai alat penilaian untuk memantau dan mencegah *DFU* (van Doremalen et al., 2020). Penggunaan kamera *IR* memudahkan pemantauan *DFU* oleh tenaga medis. Aplikasi pada *handphone* memungkinkan pencegahan dan pemantauan perkembangan *DFU* dari rumah secara mandiri oleh penyandang DM (Khandakar, 2021). Dengan demikian, pemanfaatan teknologi *handphone* sangat bermanfaat bagi pencegahan dan penanganan *DFU* pada penyandang DM.

Perkembangan teknologi digital saat ini memungkinkan pemanfaatan *handphone* sebagai alat bantu bagi penyandang DM dalam melakukan pencegahan terhadap risiko *DFU* diantaranya:

1. *Handphone* untuk deteksi angiopati

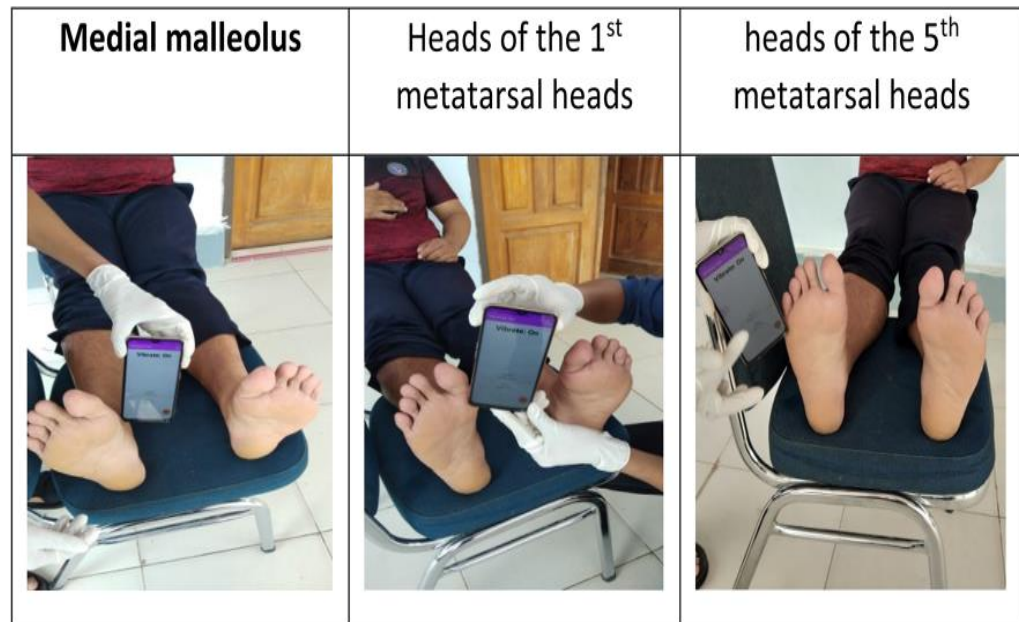
Seperti yang ditunjukkan pada gambar 5 pengukuran suhu menggunakan *handphone* merupakan metode yang efektif untuk tahap awal deteksi risiko Angiopati (Sandi et al., 2020).



Gambar 2. 4 Deteksi Angiopati Menggunakan *Handphone* (Sandi et al., 2020)

2. *Handphone* untuk deteksi neuropati

Handphone adalah alat yang tepat untuk mendeteksi neuropati perifer pada penyandang DM (May & Morris, 2017). Seperti gambar 6 aplikasi *handphone* berbasis getaran dapat digunakan sebagai alat skrining untuk mengidentifikasi neuropati pada penyandang DM yang bersiko *DFU* (Jasmin et al., 2023). *Handphone* juga meningkatkan standar perawatan penyandang DM, terutama dalam bidang skrining neuropati. (Piaggio et al., 2024).



Gambar 2. 5 Deteksi Neuropati Menggunakan Handphone (Jasmin et al., 2023)

Self assessment risiko *DFU* oleh penyandang DM sendiri memerlukan metode yang akurat, mudah, dan nyaman . Oleh karena itu, menggabungkan penggunaan kamera inframerah dan sensor getaran dapat menjadi solusi yang efektif. Kamera inframerah memungkinkan pemeriksaan distribusi panas pada telapak kaki sebagai indikasi neuropati dan inflamasi sedini mungkin. Sementara sensor getaran mampu mendeteksi pulsasi arteri untuk skrining vaskulopati perifer.

Dengan mengintegrasikan kedua pendekatan tersebut, didapatkan metode *self assessment* risiko *DFU* yang holistik melalui deteksi kelainan neuropati dan sirkulasi sekaligus, yang dilakukan secara mandiri dengan bantuan teknologi.

D. Model Pengembangan Aplikasi Android

Tabel 2. 1 Model Pengembangan Aplikasi Android

No	Sitasi	Hasil Penelitian		Alasan
		Ya	Tidak	
1	Osama, M., Bonnechere, B., & Afridi, S. (2024). <i>Unsupervised mobility and motion assessment in neuromuscular and musculoskeletal disorders using mobile health technology</i> . JPMA. The Journal of the Pakistan Medical Association, 74(3), 603–604. https://doi.org/10.47391/JPMA.10657		√	Letter To Editor
2	Li, Y., Chen, W., Liang, Y., Yang, L., & Hou, L. (2023). <i>Evaluation of Mobile Health Technology Interventions for the Postdischarge Management of Patients With Head and Neck Cancer: Scoping Review</i> . JMIR mHealth and uHealth, 11, e49051. https://doi.org/10.2196/49051		√	Scoping Review
3	Dubey, I., Bishain, R., Dasgupta, J., Bhavnani, S., Belmonte, M. K., Gliga, T., Mukherjee, D., Lockwood Estrin, G., Johnson, M. H., Chandran, S., Patel, V., Gulati, S., Divan, G., & Chakrabarti, B. (2024). <i>Using mobile health technology to assess childhood autism in low-resource community settings in India: An innovation to address the detection gap</i> . Autism : the international journal of research and practice, 28(3), 755–769. https://doi.org/10.1177/13623613231182801		√	Original study

4	Romiti, G. F., Guo, Y., Corica, B., Proietti, M., Zhang, H., Lip, G. Y. H., & mAF-App II trial investigators (2023). <i>Mobile Health-Technology-Integrated Care for Atrial Fibrillation: A Win Ratio Analysis from the mAFA-II Randomized Clinical Trial</i> . <i>Thrombosis and haemostasis</i> , 123(11), 1042–1048. https://doi.org/10.1055/s-0043-1769612		√	RCT
5	Guo, Y., Corica, B., Romiti, G. F., Proietti, M., Zhang, H., Lip, G. Y. H., & mAF-App II Trial Investigators (2023). <i>Mobile health technology integrated care in atrial fibrillation patients with diabetes mellitus in China: A subgroup analysis of the mAFA-II cluster randomized clinical trial</i> . <i>European journal of clinical investigation</i> , 53(9), e14031. https://doi.org/10.1111/eci.14031		√	RCT
6	Zheng Y, Campbell Rice B, Melkus GD, Sun M, Zweig S, Jia W, Parekh N, He H, Zhang Y, Wylie-Rosett J. <i>Dietary Self-Management Using Mobile Health Technology for Adults With Type 2 Diabetes: A Scoping Review</i> . <i>J Diabetes Sci Technol</i> . 2023 Sep;17(5):1212-1225. doi: 10.1177/19322968231174038. Epub 2023 May 10. PMID: 37162011; PMCID: PMC10563537.		√	Scoping Review
7	Villamil-Cabello, E., Meneses-Domínguez, M., Fernández-Rodríguez, Á., Ontoria-Álvarez, P., Jiménez-Gutiérrez, A., & Fernández-Del-Olmo, M. (2023). <i>A Pilot Study of the Effects of Individualized Home Dual Task Training by Mobile Health Technology in People with Dementia</i> . <i>International journal of environmental research and public health</i> , 20(8), 5464. https://doi.org/10.3390/ijerph20085464		√	Pilot Study

8	Saeedi, S., Ghazisaeedi, M., Ebrahimi, M., Seifpanahi, M. S., & Bouraghi, H. (2023). <i>The willingness and attitudes of speech-language pathologists towards the use of mobile health technology: a survey study</i> . BMC health services research, 23(1), 336. https://doi.org/10.1186/s12913-023-09339-1		√	Survey
9	Guo, Y., Romiti, G. F., Sagris, D., Proietti, M., Bonini, N., Zhang, H., Lip, G. Y. H., & mAF-App II trial investigators (2023). <i>Mobile health-technology integrated care in secondary prevention atrial fibrillation patients: a post-hoc analysis from the mAFA-II randomized clinical trial</i> . Internal and emergency medicine, 18(4), 1041–1048. https://doi.org/10.1007/s11739-023-03249-0		√	RCT
10	Alnes, S. R., Lærum-Onsager, E., Bye, A., Vistven, A., Franzén, E., Holst, M., & Brovold, T. (2023). <i>Mobile health technology, exercise adherence and optimal nutrition post rehabilitation among people with Parkinson's Disease (mHEXANUT) - a randomized controlled trial protocol</i> . BMC neurology, 23(1), 93. https://doi.org/10.1186/s12883-023-03134-5		√	RCT
11	Guo, Y., Corica, B., Romiti, G. F., Proietti, M., Zhang, H., Lip, G. Y. H., & mAFApp II trial investigators (2023). <i>Efficacy of mobile health-technology integrated care based on the 'Atrial fibrillation Better Care' (ABC) pathway in relation to sex: a report from the mAFA-II randomized clinical trial</i> . Internal and emergency medicine, 18(2), 449–456. https://doi.org/10.1007/s11739-022-03188-2		√	RCT
12	Guo, Y., Romiti, G. F., Corica, B., Proietti, M., Bonini, N., Zhang, H., Lip, G. Y., & mAF-App II trial investigators (2023). <i>Mobile health-technology integrated care in</i>		√	RCT

	atrial fibrillation patients with heart failure: A report from the mAFA-II randomized clinical trial. European journal of internal medicine, 107, 46–51. https://doi.org/10.1016/j.ejim.2022.11.002			
13	Shrestha, R., Maviglia, F., Altice, F. L., DiDomizio, E., Khati, A., Mistler, C., Azwa, I., Kamarulzaman, A., Halim, M. A. A., & Wickersham, J. A. (2022). Mobile Health Technology Use and the Acceptability of an mHealth Platform for HIV Prevention Among Men Who Have Sex With Men in Malaysia: Cross-sectional Respondent-Driven Sampling Survey. Journal of medical Internet research, 24(7), e36917. https://doi.org/10.2196/36917		√	Cross Sectional
14	Scarry, A., Rice, J., O'Connor, E. M., & Tierney, A. C. (2022). Usage of Mobile Applications or Mobile Health Technology to Improve Diet Quality in Adults. Nutrients, 14(12), 2437. https://doi.org/10.3390/nu14122437		√	systematic literature review's s
15	Shoji, M., Cato, S., Ito, A., Iida, T., Ishida, K., Katsumata, H., & McElwain, K. M. (2022). Mobile health technology as a solution to self-control problems: The behavioral impact of COVID-19 contact tracing apps in Japan. Social science & medicine (1982), 306, 115142. https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2022.115142		√	Observasional
16	Merid, B., Cielito Robles, M., Nallamotheu, B. K., Newman, M. W., & Skolarus, L. E. (2022). Viewing Mobile Health Technology Design Through the Lens of Amplification Theory. JMIR mHealth and uHealth, 10(6), e31069. https://doi.org/10.2196/31069		√	Literatur Review

17	Bonini, N., Vitolo, M., Imberti, J. F., Proietti, M., Romiti, G. F., Boriani, G., Paaske Johnsen, S., Guo, Y., & Lip, G. Y. H. (2022). <i>Mobile health technology in atrial fibrillation</i> . <i>Expert review of medical devices</i> , 19(4), 327–340. https://doi.org/10.1080/17434440.2022.2070005		√	Review
18	Culhane-Pera, K. A., Vang, K. B., Ortega, L. M., Xiong, T., Northuis, C. A., de la Parra, P., & Lakshminarayan, K. (2023). <i>Mobile health technology for hypertension management with Hmong and Latino adults: mixed-methods community-based participatory research</i> . <i>Ethnicity & health</i> , 28(3), 413–430. https://doi.org/10.1080/13557858.2022.2059451		√	Mix Metod
19	Nabasny, A., Rabinowitz, A., Wright, B., Wang, J., Preminger, S., Terhorst, L., & Juengst, S. B. (2022). <i>Neurobehavioral Symptoms and Heart Rate Variability: Feasibility of Remote Collection Using Mobile Health Technology</i> . <i>The Journal of head trauma rehabilitation</i> , 37(3), 178–188. https://doi.org/10.1097/HTR.0000000000000764		√	Literatur Review
20	Yao, Y., Guo, Y., Lip, G. Y. H., & mAF-App II Trial investigators (2021). <i>The Effects of Implementing a Mobile Health-Technology Supported Pathway on Atrial Fibrillation-Related Adverse Events Among Patients With Multimorbidity: The mAFA-II Randomized Clinical Trial</i> . <i>JAMA network open</i> , 4(12), e2140071. https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.40071		√	RCT

21	<i>Dongmo Fotsing, L. N., Pang, E. M., & Shieh, L. (2021). How is mobile health technology transforming physician-nurse collaboration?. Internal medicine journal, 51(9), 1522–1525. https://doi.org/10.1111/imj.15484</i>		√	RCT
22	<i>Choudhury, A., Asan, O., & Choudhury, M. M. (2021). Mobile health technology to improve maternal health awareness in tribal populations: mobile for mothers. Journal of the American Medical Informatics Association : JAMIA, 28(11), 2467–2474. https://doi.org/10.1093/jamia/ocab172</i>	√		Original Study
23	<i>Melia, R., Monahan, L., Duggan, J., Bogue, J., O'Sullivan, M., Young, K., Chambers, D., & McInerney, S. (2021). Exploring the experiences of mental health professionals engaged in the adoption of mobile health technology in Irish mental health services. BMC psychiatry, 21(1), 412. https://doi.org/10.1186/s12888-021-03426-5</i>		√	Kualitatif Studi
24	<i>Paldán, K., Steinmetz, M., Simanovski, J., Rammos, C., Ullrich, G., Jánosi, R. A., Moebus, S., Rassaf, T., & Lortz, J. (2021). Supervised Exercise Therapy Using Mobile Health Technology in Patients With Peripheral Arterial Disease: Pilot Randomized Controlled Trial. JMIR mHealth and uHealth, 9(8), e24214. https://doi.org/10.2196/24214</i>		√	RCT
25	<i>Yien, J. M., Wang, H. H., Wang, R. H., Chou, F. H., Chen, K. H., & Tsai, F. S. (2021). Effect of Mobile Health Technology on Weight Control in Adolescents and Preteens: A Systematic Review and Meta-Analysis. Frontiers in public health, 9, 708321. https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.708321</i>		√	Systematic Review

26	Shelton, J., Casey, S., Puhl, N., Buckingham, J., & Yacyshyn, E. (2021). <i>Electronic patient-reported outcome measures using mobile health technology in rheumatology: A scoping review</i> . PloS one, 16(7), e0253615. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253615		√	Scoping Review
27	Vistad, I., Skorstad, M., Demmelmaier, I., Småstuen, M. C., Lindemann, K., Wisløff, T., van de Poll-Franse, L. V., & Berntsen, S. (2021). <i>Lifestyle and Empowerment Techniques in Survivorship of Gynaecologic Oncology (LETSGO study): a study protocol for a multicentre longitudinal interventional study using mobile health technology and biobanking</i> . BMJ open, 11(7), e050930. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-050930	√		Protokol Studi
28	Tu, J., Shen, M., Zhong, J., Yuan, G., & Chen, M. (2021). <i>The Perceptions and Experiences of Mobile Health Technology by Older People in Guangzhou, China: A Qualitative Study</i> . Frontiers in public health, 9, 683712. https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.683712		√	Qualitative Study
29	Capdevila, L., Castro-Marrero, J., Alegre, J., Ramos-Castro, J., & Escorihuela, R. M. (2021). <i>Analysis of Gender Differences in HRV of Patients with Myalgic Encephalomyelitis/Chronic Fatigue Syndrome Using Mobile-Health Technology</i> . Sensors (Basel, Switzerland), 21(11), 3746. https://doi.org/10.3390/s21113746		√	Prospective study
30	Kitsiou, S., Gerber, B. S., Kansal, M. M., Buchholz, S. W., Chen, J., Ruppar, T., Arrington, J., Owoyemi, A., Leigh, J., & Pressler, S. J. (2021). <i>Patient-centered</i>	√		RCT

	<i>mobile health technology intervention to improve self-care in patients with chronic heart failure: Protocol for a feasibility randomized controlled trial. Contemporary clinical trials</i> , 106, 106433. https://doi.org/10.1016/j.cct.2021.106433			
31	<i>Schorr, E. N., Gepner, A. D., Dolansky, M. A., Forman, D. E., Park, L. G., Petersen, K. S., Still, C. H., Wang, T. Y., Wenger, N. K., & American Heart Association Cardiovascular Disease in Older Populations Committee of the Council on Clinical Cardiology and Council on Cardiovascular and Stroke Nursing; Council on Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology; and Council on Lifestyle and Cardiometabolic Health (2021). Harnessing Mobile Health Technology for Secondary Cardiovascular Disease Prevention in Older Adults: A Scientific Statement From the American Heart Association. Circulation. Cardiovascular quality and outcomes</i> , 14(5), e000103. https://doi.org/10.1161/HCQ.0000000000000103		√	Literatur review
32	<i>Azizoddin, D. R., Adam, R., Kessler, D., Wright, A. A., Kematick, B., Sullivan, C., Zhang, H., Hassett, M. J., Cooley, M. E., Ehrlich, O., & Enzinger, A. C. (2021). Leveraging mobile health technology and research methodology to optimize patient education and self-management support for advanced cancer pain. Supportive care in cancer : official journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer</i> , 29(10), 5741–5751. https://doi.org/10.1007/s00520-021-06146-4	√		Original Study
33	<i>Leziak, K., Birch, E., Jackson, J., Strohbach, A., Niznik, C., & Yee, L. M. (2021). Identifying Mobile Health Technology Experiences and Preferences of Low-Income</i>		√	Qualitative Study

	<i>Pregnant Women with Diabetes</i> . Journal of diabetes science and technology, 15(5), 1018–1026. https://doi.org/10.1177/1932296821993175			
34	<i>Pilotto, A., Rizzetti, M. C., Lombardi, A., Hansen, C., Biggi, M., Verzeroli, G., Martinelli, A., Romijnders, R., Borroni, B., Maetzler, W., & Padovani, A. (2021). Cerebellar rTMS in PSP: a Double-Blind Sham-Controlled Study Using Mobile Health Technology</i> . Cerebellum (London, England), 20(4), 662–666. https://doi.org/10.1007/s12311-021-01239-6		√	double-blind sham-controlled
35	<i>Jahan, Y., Rahman, M. M., Faruque, A. S. G., Chisti, M. J., Kazawa, K., Matsuyama, R., & Moriyama, M. (2020). Awareness Development and Usage of Mobile Health Technology Among Individuals With Hypertension in a Rural Community of Bangladesh: Randomized Controlled Trial</i> . Journal of medical Internet research, 22(12), e19137. https://doi.org/10.2196/19137		√	RCT
36	<i>Deng, N., Chen, J., Liu, Y., Wei, S., Sheng, L., Lu, R., Wang, Z., Zhu, J., An, J., Wang, B., Lin, H., Wang, X., Zhou, Y., Duan, H., & Ran, P. (2020). Using Mobile Health Technology to Deliver a Community-Based Closed-Loop Management System for Chronic Obstructive Pulmonary Disease Patients in Remote Areas of China: Development and Prospective Observational Study</i> . JMIR mHealth and uHealth, 8(11), e15978. https://doi.org/10.2196/15978	√		Development and Prospective Observational Study
37	<i>Aisyah, D. N., Ahmad, R. A., Artama, W. T., Adisasmito, W., Diva, H., Hayward, A. C., & Kozlakidis, Z. (2020). Knowledge, Attitudes, and Behaviors on Utilizing Mobile</i>		√	Qualitative Study

	<i>Health Technology for TB in Indonesia: A Qualitative Pilot Study</i> . Frontiers in public health, 8, 531514. https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.531514			
38	Buss, V. H., Leesong, S., Barr, M., Varnfield, M., & Harris, M. (2020). <i>Primary Prevention of Cardiovascular Disease and Type 2 Diabetes Mellitus Using Mobile Health Technology: Systematic Review of the Literature</i> . Journal of medical Internet research, 22(10), e21159. https://doi.org/10.2196/21159		√	Systematic Review
39	Jaana, M., & Paré, G. (2020). <i>Comparison of Mobile Health Technology Use for Self-Tracking Between Older Adults and the General Adult Population in Canada: Cross-Sectional Survey</i> . JMIR mHealth and uHealth, 8(11), e24718. https://doi.org/10.2196/24718		√	Cross Sectional
40	Guo, Y., Guo, J., Shi, X., Yao, Y., Sun, Y., Xia, Y., Yu, B., Liu, T., Chen, Y., Lip, G. Y. H., & mAF-App II Trial investigators (2020). <i>Mobile health technology-supported atrial fibrillation screening and integrated care: A report from the mAFA-II trial Long-term Extension Cohort</i> . European journal of internal medicine, 82, 105–111. https://doi.org/10.1016/j.ejim.2020.09.024		√	long-term extension cohort
41	Merid, B., Whitfield, C. O., & Skolarus, L. E. (2020). <i>Reflections on the Values of Community-Based Participatory Research in Supporting Mobile Health Technology Use</i> . Circulation. Cardiovascular quality and outcomes, 13(9), e007131. https://doi.org/10.1161/CIRCOUTCOMES.120.007131		√	Review

42	Jongsma, K. R., van den Heuvel, J. F. M., Rake, J., Bredenoord, A. L., & Bekker, M. N. (2020). <i>User Experiences With and Recommendations for Mobile Health Technology for Hypertensive Disorders of Pregnancy: Mixed Methods Study</i> . JMIR mHealth and uHealth, 8(8), e17271. https://doi.org/10.2196/17271		√	Mix Metod
43	Wu, J., Xie, X., Yang, L., Xu, X., Cai, Y., Wang, T., & Xie, X. (2021). <i>Mobile health technology combats COVID-19 in China</i> . The Journal of infection, 82(1), 159–198. https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.07.024		√	Literatur Review
44	Bruce, C. R., Harrison, P., Nisar, T., Giammattei, C., Tan, N. M., Bliven, C., Shallcross, J., Khleif, A., Tran, N., Kelkar, S., Tobias, N., Chavez, A. E., Rivera, D., Leong, A., Romano, A., Desai, S. N., Sol, J. R., Gutierrez, K., Rappel, C., Haas, E., ... Schwartz, R. (2020). <i>Assessing the Impact of Patient-Facing Mobile Health Technology on Patient Outcomes: Retrospective Observational Cohort Study</i> . JMIR mHealth and uHealth, 8(6), e19333. https://doi.org/10.2196/19333		√	Retrospective
45	Lai, K. Y., Pathipati, M. P., Blumenkranz, M. S., Leung, L. S., Moshfeghi, D. M., Toy, B. C., & Myung, D. (2020). <i>Assessment of Eye Disease and Visual Impairment in the Nursing Home Population Using Mobile Health Technology</i> . Ophthalmic surgery, lasers & imaging retina, 51(5), 262–270. https://doi.org/10.3928/23258160-20200501-03		√	Original Study
46	Nachega, J. B., Leisegang, R., Kallay, O., Mills, E. J., Zumla, A., & Lester, R. T. (2020). <i>Mobile Health Technology for Enhancing the COVID-19 Response in Africa:</i>		√	Literatur Review

	<i>A Potential Game Changer?</i> . The American journal of tropical medicine and hygiene, 103(1), 3–5. https://doi.org/10.4269/ajtmh.20-0506			
47	Rawson, K. S., Cavanaugh, J. T., Colon-Semenza, C., DeAngelis, T., Duncan, R. P., Fulford, D., LaValley, M. P., Mazzoni, P., Nordahl, T., Quintiliani, L. M., Saint-Hilaire, M., Thomas, C. A., Earhart, G. M., & Ellis, T. D. (2020). <i>Design of the WHIP-PD study: a phase II, twelve-month, dual-site, randomized controlled trial evaluating the effects of a cognitive-behavioral approach for promoting enhanced walking activity using mobile health technology in people with Parkinson-disease</i> . BMC neurology, 20(1), 146. https://doi.org/10.1186/s12883-020-01718-z		√	RCT
48	Guo, Y., Lane, D. A., Wang, L., Zhang, H., Wang, H., Zhang, W., Wen, J., Xing, Y., Wu, F., Xia, Y., Liu, T., Wu, F., Liang, Z., Liu, F., Zhao, Y., Li, R., Li, X., Zhang, L., Guo, J., Burnside, G., ... mAF-App II Trial Investigators (2020). <i>Mobile Health Technology to Improve Care for Patients With Atrial Fibrillation</i> . Journal of the American College of Cardiology, 75(13), 1523–1534. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.01.052		√	RCT
49	Kuan, Y. T., Wang, T. F., Guo, C. Y., Tang, F. I., & Hou, I. C. (2020). <i>Wound Care Knowledge, Attitudes, and Practices and Mobile Health Technology Use in the Home Environment: Cross-Sectional Survey of Social Network Users</i> . JMIR mHealth and uHealth, 8(3), e15678. https://doi.org/10.2196/15678		√	Cross Sectional

50	Janda, M., & Soyer, H. P. (2020). <i>Using Mobile Health Technology and Social Media for the Prevention and Early Detection of Skin Cancer</i> . <i>Dermatology</i> (Basel, Switzerland), 236(2), 72–74. https://doi.org/10.1159/000505150		√	Editorial
51	Fore, R., Hart, J. E., Choirat, C., Thompson, J. W., Lynch, K., Laden, F., Chavarro, J. E., & James, P. (2020). <i>Embedding Mobile Health Technology into the Nurses' Health Study 3 to Study Behavioral Risk Factors for Cancer</i> . <i>Cancer epidemiology, biomarkers & prevention : a publication of the American Association for Cancer Research</i> , cosponsored by the American Society of Preventive Oncology, 29(4), 736–743. https://doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-19-1386	√		Studi original
52	Ruco, A., Dossa, F., Tinmouth, J., Llovet, D., Kishibe, T., & Baxter, N. N., MD PhD (2020). <i>Social media and mobile health technology for cancer screening: a systematic review and meta-analysis protocol</i> . <i>BMJ open</i> , 10(2), e035411. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-035411		√	Systematic review
53	Vaughn, J., Gollarahalli, S., Shaw, R. J., Docherty, S., Yang, Q., Malhotra, C., Summers-Goeckerman, E., & Shah, N. (2020). <i>Mobile Health Technology for Pediatric Symptom Monitoring: A Feasibility Study</i> . <i>Nursing research</i> , 69(2), 142–148. https://doi.org/10.1097/NNR.0000000000000403		√	Feasibility study
54	Melia, R., Francis, K., Hickey, E., Bogue, J., Duggan, J., O'Sullivan, M., & Young, K. (2020). <i>Mobile Health Technology Interventions for Suicide Prevention: Systematic Review</i> . <i>JMIR mHealth and uHealth</i> , 8(1), e12516. https://doi.org/10.2196/12516		√	Systematic review

55	Farmer, A., Allen, J., Bartlett, K., Bower, P., Chi, Y., French, D., Gudgin, B., Holmes, E. A., Horne, R., Hughes, D. A., Kenning, C., Locock, L., McSharry, J., Miles, L., Newhouse, N., Rea, R., Riga, E., Tarassenko, L., Velardo, C., Williams, N., ... SuMMiT-D Collaborative Group (2019). Supporting people with type 2 diabetes in effective use of their medicine through mobile health technology integrated with clinical care (SuMMiT-D Feasibility): a randomised feasibility trial protocol. <i>BMJ open</i> , 9(12), e033504. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-033504		√	a randomised feasibility trial protocol.
56	Silva, R. M. D., Brasil, C. C. P., Bezerra, I. C., & Queiroz, F. F. S. N. (2019). Mobile health technology for gestational care: evaluation of the GestAção's app. <i>Revista brasileira de enfermagem</i> , 72(suppl 3), 266–273. https://doi.org/10.1590/0034-7167-2018-0641		√	Studi Original
57	Nichols, M., Singh, A., Sarfo, F. S., Treiber, F., Tagge, R., Jenkins, C., & Ovbiagele, B. (2019). Post-intervention qualitative assessment of mobile health technology to manage hypertension among Ghanaian stroke survivors. <i>Journal of the neurological sciences</i> , 406, 116462. https://doi.org/10.1016/j.jns.2019.116462		√	Qaualtitave study
58	van Veen, T., Binz, S., Muminovic, M., Chaudhry, K., Rose, K., Calo, S., Rammal, J. A., France, J., & Miller, J. B. (2019). Potential of Mobile Health Technology to Reduce Health Disparities in Underserved Communities. <i>The western journal of emergency medicine</i> , 20(5), 799–802. https://doi.org/10.5811/westjem.2019.6.41911		√	Review
59	Yang, W. E., Shah, L. M., Spaulding, E. M., Wang, J., Xun, H., Weng, D., Shan, R., Wongvibulsin, S., Marvel, F. A., & Martin, S. S. (2019). The role of a clinician amid		√	Perspective

	<i>the rise of mobile health technology</i> . Journal of the American Medical Informatics Association : JAMIA, 26(11), 1385–1388. https://doi.org/10.1093/jamia/ocz131			
60	Kringle, E. A., Setiawan, I. M. A., Golias, K., Parmanto, B., & Skidmore, E. R. (2020). <i>Feasibility of an iterative rehabilitation intervention for stroke delivered remotely using mobile health technology</i> . Disability and rehabilitation. Assistive technology, 15(8), 908–916. https://doi.org/10.1080/17483107.2019.1629113		√	Studi Deskriptif
61	Eno, A. K., Ruck, J. M., Van Pilsum Rasmussen, S. E., Waldram, M. M., Thomas, A. G., Purnell, T. S., Garonzik Wang, J. M., Massie, A. B., Al Almmary, F., Cooper, L. M., Segev, D. L., Levan, M. A., & Henderson, M. L. (2019). <i>Perspectives on implementing mobile health technology for living kidney donor follow-up: In-depth interviews with transplant providers</i> . Clinical transplantation, 33(8), e13637. https://doi.org/10.1111/ctr.13637		√	Qualitative studi
62	Wills, A. M., Garry, J., Hubbard, J., Mezoian, T., Breen, C. T., Ortiz-Miller, C., Nalipinski, P., Sullivan, S., Berry, J. D., Cudkowicz, M., Paganoni, S., Chan, J., & Macklin, E. A. (2019). <i>Nutritional counseling with or without mobile health technology: a randomized open-label standard-of-care-controlled trial in ALS</i> . BMC neurology, 19(1), 104. https://doi.org/10.1186/s12883-019-1330-6		√	RCT
63	Gagnon, J., Chartrand, J., Probst, S. et al. <i>Content of a wound care mobile application for newly graduated nurses: an e-Delphi study</i> . BMC Nurs 23, 331 (2024). https://doi.org/10.1186/s12912-024-02003-x	√		E-Delphie

64	<i>Fox, S., Brown, L. J. E., Antrobus, S., Brough, D., Drake, R. J., Jury, F., Leroi, I., Parry-Jones, A. R., & Machin, M. (2022). Co-design of a Smartphone App for People Living With Dementia by Applying Agile, Iterative Co-design Principles: Development and Usability Study. JMIR mHealth and uHealth, 10(1), e24483. https://doi.org/10.2196/24483</i>	√		Original study
		7	57	

Tabel 2. 2 Langkah Metode Pembuatan Aplikasi

No	Sitasi	Langkah Metode Pembuatan Aplikasi
1	Azizoddin, D. R., Adam, R., Kessler, D., Wright, A. A., Kematick, B., Sullivan, C., Zhang, H., Hassett, M. J., Cooley, M. E., Ehrlich, O., & Enzinger, A. C. (2021). Leveraging mobile health technology and research methodology to optimize patient education and self-management support for advanced cancer pain. <i>Supportive care in cancer : official journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer</i> , 29(10), 5741–5751. https://doi.org/10.1007/s00520-021-06146-4	Model Agile
2	Fox, S., Brown, L. J. E., Antrobus, S., Brough, D., Drake, R. J., Jury, F., Leroi, I., Parry-Jones, A. R., & Machin, M. (2022). Co-design of a Smartphone App for People Living With Dementia by Applying Agile, Iterative Co-design Principles: Development and Usability Study. <i>JMIR mHealth and uHealth</i> , 10(1), e24483. https://doi.org/10.2196/24483	Model Agile
3	Gagnon, J., Chartrand, J., Probst, S. <i>et al.</i> Content of a wound care mobile application for newly graduated nurses: an e-Delphi study. <i>BMC Nurs</i> 23, 331 (2024). https://doi.org/10.1186/s12912-024-02003-x	e-Delphi
4	Deng, N., Chen, J., Liu, Y., Wei, S., Sheng, L., Lu, R., Wang, Z., Zhu, J., An, J., Wang, B., Lin, H., Wang, X., Zhou, Y., Duan, H., & Ran, P. (2020). Using Mobile Health Technology to Deliver a Community-Based Closed-Loop Management System for Chronic Obstructive Pulmonary Disease Patients in Remote Areas of China: Development and Prospective Observational Study. <i>JMIR mHealth and uHealth</i> , 8(11), e15978. https://doi.org/10.2196/15978	Close loop care pathway design

5	Vistad, I., Skorstad, M., Demmelmaier, I., Småstuen, M. C., Lindemann, K., Wisløff, T., van de Poll-Franse, L. V., & Berntsen, S. (2021). Lifestyle and Empowerment Techniques in Survivorship of Gynaecologic Oncology (LETSGO study): a study protocol for a multicentre longitudinal interventional study using mobile health technology and biobanking. <i>BMJ open</i> , 11(7), e050930. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-050930	The LETSGO follow-up model
6	Kitsiou, S., Gerber, B. S., Kansal, M. M., Buchholz, S. W., Chen, J., Ruppar, T., Arrington, J., Owoyemi, A., Leigh, J., & Pressler, S. J. (2021). Patient-centered mobile health technology intervention to improve self-care in patients with chronic heart failure: Protocol for a feasibility randomized controlled trial. <i>Contemporary clinical trials</i> , 106, 106433. https://doi.org/10.1016/j.cct.2021.106433	ICardia4HF
7	Fore, R., Hart, J. E., Choirat, C., Thompson, J. W., Lynch, K., Laden, F., Chavarro, J. E., & James, P. (2020). Embedding Mobile Health Technology into the Nurses' Health Study 3 to Study Behavioral Risk Factors for Cancer. <i>Cancer epidemiology, biomarkers & prevention : a publication of the American Association for Cancer Research, cosponsored by the American Society of Preventive Oncology</i> , 29(4), 736–743. https://doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-19-1386	Substudi Kesehatan Seluler Nurses' Health Study 3 (NHS3)

Tabel 2. 3 Alasan Pemilihan Metode

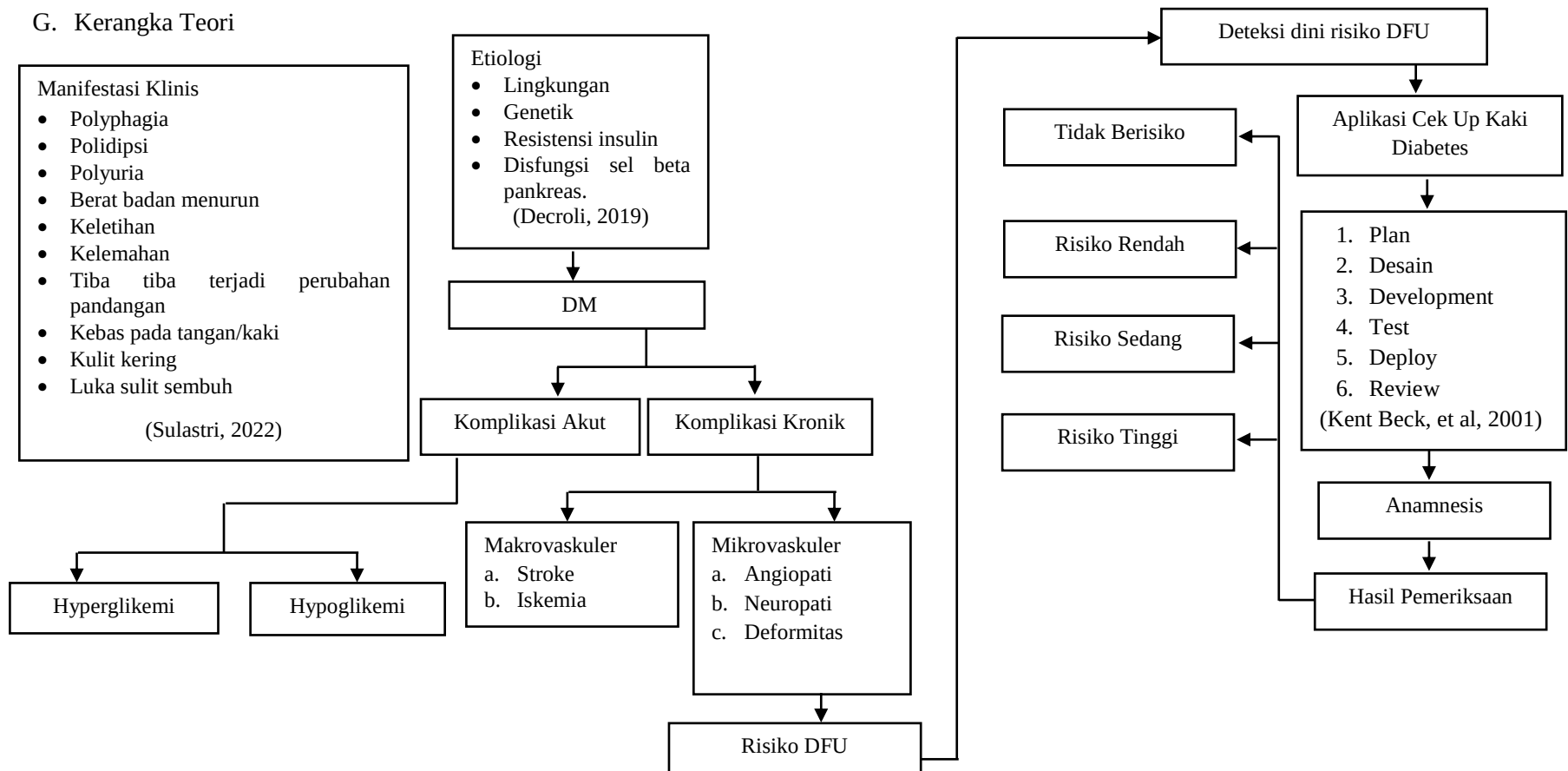
No	Metode	Langkah	Alasan Pemilihan
1.	Agile	1. Plan 2. Desain 3. Development 4. Test 5. Review 6. Deploy 7. Launch	Pengembangan yang cepat dan selama pengembangan berfokus pada umpan balik atau masukan pengguna.
2.	E-Delphie	1. Fase Pertama Kualitatif 2. Fase Kedua Kuantitatif 3. Fase Ketiga Kuantitatif	metode yang valid dan dapat diandalkan untuk mencapai konsensus yang menggunakan kuesioner online daripada surat resmi
3.	Close loop care pathway design	1. Identifikasi Masalah 2. Pengumpulan Data 3. Analisis dan Pemodelan 4. Desain Intervensi 5. Implementasi 6. Evaluasi dan Umpan Balik	Metode ini menciptakan siklus umpan balik terus-menerus, memungkinkan perbaikan berkelanjutan dalam proses perawatan
4.	The LETSGO follow-up model	1. Penilaian Awal 2. Penetapan Tujuan 3. Sesi Edukasi 4. Konsultasi Tindak Lanjut Reguler 5. Penggunaan Alat Digital	Model LETSGO menggabungkan berbagai aspek perawatan kesehatan, memastikan pendekatan holistik yang mencakup kebutuhan fisik, emosional, dan sosial pasien.

		6. Pemantauan dan Pelaporan Diri 7. Grup Dukungan dan Dukungan Sebaya 8. Penilaian Ulang Berkala 9. Keterlibatan Keluarga 10. Integrasi dengan Perawatan Primer	
5.	ICardia4HF	1. Identifikasi Pasien 2. Pengumpulan data 3. Analisis data 4. Penilaian resiko 5. Perencanaan intervensi 6. Implementasi intervensi 7. Monitoring dan evaluasi 8. Pendidikan pasien 9. Follow up 10. Dokumentasi dan pelaporan	Memberikan pendekatan yang lebih modern, efektif dan holistik dalam manajemen gagal jantung yang berfokus peningkatan hasil klinis dan kualitas hidup pasien
6.	Seluler Nurses' Health Study 3 (NHS3)	1. Rekrutmen peserta 2. Pendaftaran dan informasi awal 3. Pengisian kuesioner 4. Penggunaan teknologi seluler 5. Pemantauan Kesehatan 6. Pengumpulan data tambahan 7. Analisis Data 8. Pelaporan hasil 9. Penyimpanan dan keamanan data 10. Edukasi dan intervensi	Memberikan hasil yang lebih efektif, efisien dan inklusif yang pada akhirnya dapat menghasilkan temuan yang lebih relevan dan bermanfaat bagi kesehatan secara keseluruhan.

Tabel 2. 4 Metode Yang Akan Diadaptasi

No	Metode Adaptasi	Bagaimana mengevaluasi aplikasi yang telah dikembangkan
	Agile	1. Retrospektif Sprint, Pada akhir setiap sprint, tim pengembang mengadakan pertemuan retrospektif untuk mengevaluasi proses dan hasil kerja selama sprint tersebut. Mereka mendiskusikan apa yang berjalan dengan baik, apa yang perlu diperbaiki, dan mengidentifikasi area untuk perbaikan berkelanjutan.
		2. Demo atau Review Sprint, tim pengembang melakukan demo atau review terhadap fitur-fitur yang telah dikembangkan kepada klien atau perwakilan pengguna. Klien atau pengguna dapat memberikan umpan balik langsung tentang fungsionalitas, antarmuka pengguna, dan kesesuaian dengan kebutuhan.
		3. Pengujian Berkelanjutan, Dalam metode Agile, pengujian dilakukan secara berkelanjutan selama proses pengembangan
		4. Kolaborasi dan Komunikasi Intensif, Metode Agile menekankan kolaborasi dan komunikasi yang intensif antara tim pengembang, klien, dan pemangku kepentingan lainnya. Umpan balik terus-menerus dari semua pihak memungkinkan evaluasi dan penyesuaian yang cepat sesuai dengan kebutuhan yang berkembang.
		5. Prioritisasi dan Penyesuaian Backlog, Backlog, yang merupakan daftar prioritas fitur dan perbaikan, dievaluasi dan disesuaikan secara berkala berdasarkan umpan balik, perubahan kebutuhan, dan hasil evaluasi sebelumnya. Ini memungkinkan tim untuk fokus pada fitur yang paling penting dan memberikan nilai tertinggi bagi pengguna.

G. Kerangka Teori



(Foot, 2023) (Ababneh et al., 2023) (Risnah; Irwan, 2021) (Alligood, 2017) (Sulastri, 2022) (Decroli, 2019) (Rofli, 2021). (Nuraini et al., 2023) (Schwerin DL, 2023) (Alligood, 2014), (Qin et al., 2022) (Piaggio et al., 2024) (Jasmin et al., 2023) (van Doremalen et al., 2020) (Kent Beck, et al, 2001)

Gambar 2. 6 Kerangka Teori