

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Diabetes Melitus Tipe 2 (*Type 2 Diabetes Melitus*)

2.1.1 Definisi

Diabetes Melitus merupakan kondisi yang sering digambarkan sebagai gangguan metabolisme dan peningkatan kadar glukosa darah, baik akibat resistensi insulin, gangguan sekresi insulin, atau keduanya. Kegagalan sekresi insulin atau resistensi insulin dalam metabolisme menimbulkan gejala hiperkemia, sehingga sering kali memerlukan terapi insulin untuk mempertahankan glukosa darah agar tetap stabil (Artikaria & Machmudah, 2022; Jatmiko & Tarwoto, 2024). International Diabetes Federation mendefinisikan Diabetes sebagai kondisi serius atau kronis yang terjadi ketika glukosa dalam darah naik karena tubuh tidak bisa memproduksi insulin secara efektif (IDF, 2025).

Diabetes Melitus Tipe 2 merupakan jenis diabetes yang paling umum, mencakup > 90% kasus global (IDF, 2025), dan kurangnya gejala pada onset penyakit sering kali menjadi penyebab diagnosis terlambat, sehingga banyak pasien baru terdiagnosis setelah terjadinya komplikasi (WHO, 2024). Dalam Diabetes Melitus Tipe 2, sel tubuh tidak mampu untuk merespons insulin secara penuh karena terjadinya resistensi insulin, yang memicu organ pankreas untuk meningkatkan produksi insulin untuk mengkompensasi resisten tersebut. Jika hal ini terjadi dalam jangka panjang, maka sel beta pankreas dapat gagal untuk mempertahankan tingkat produksi yang menyebabkan insulin tidak memadai sehingga terjadinya kondisi hiperglikemia.

2.1.2 Patofisiologi

Diabetes melitus tipe 2 (DM tipe 2) ditandai oleh resistensi insulin dan disfungsi sel beta pankreas, di mana sekresi insulin awalnya meningkat untuk menjaga kadar glukosa normal, namun seiring waktu, sel beta gagal mempertahankan homeostasis glukosa, sehingga menyebabkan hiperglikemia kronis. Kondisi ini sering terkait dengan obesitas atau distribusi lemak tubuh berlebih di daerah perut, yang memicu inflamasi melalui peningkatan asam lemak bebas (FFA) dan disregulasi adipokin, memperburuk resistensi insulin (Goyal et al., 2023). Resistensi insulin dan gangguan sekresi insulin merupakan inti patofisiologi DM tipe 2, di mana sel beta pankreas merespons peningkatan glukosa arteri dengan pelepasan insulin dalam dua fase: fase pertama cepat (2-4 menit) dan fase kedua bertahap (2-3 jam). Pada resistensi insulin, sel beta dipaksa menyekresikan lebih banyak insulin, namun faktor seperti *glucolipotoxicity* dan inflamasi obesitas dapat menyebabkan sekresi yang tidak memadai, memicu hiperglikemia dan perkembangan DM tipe 2 (Li et al., 2020). Hiperglikemia kronis yang tidak terkontrol ini, bersamaan dengan stres oksidatif dan disfungsi *endotel*, kemudian menjadi pemicu utama bagi komplikasi makrovaskular, termasuk *Peripheral Artery Disease* (PAD) (Felićio et al., 2022).

2.1.3 Etiologi

Etiologi Diabetes Melitus Tipe 2 (DM Tipe 2) melibatkan interaksi kompleks antara faktor genetik dan lingkungan, yang pada akhirnya memicu dua kelainan patofisiologi utama: resistensi insulin dan gangguan sekresi insulin oleh sel beta pankreas. DM Tipe 2 merupakan jenis diabetes yang paling umum, didominasi oleh mekanisme resistensi insulin (IDF, 2025). Dalam kondisi ini,

jaringan tubuh seperti otot, hati, dan lemak tidak sensitif terhadap insulin, sehingga memerlukan jumlah insulin yang lebih besar untuk memasukkan glukosa ke dalam sel (Naki et al., 2025).

Awalnya, pankreas merespons resistensi ini dengan meningkatkan produksi insulin. Namun, seiring waktu, sel beta pankreas mengalami kelelahan (*failure*) dan tidak mampu lagi mempertahankan produksi insulin yang mencukupi untuk mengatasi resistensi yang ada, sehingga berujung pada hiperglikemia (Naki et al., 2025). Penyebab DM Tipe 2 tidak sepenuhnya tunggal, tetapi sangat terkait erat dengan beberapa faktor risiko utama (IDF, 2025):

1. Faktor Gaya Hidup: Kelebihan berat badan atau obesitas, diet tidak sehat, dan kurangnya aktivitas fisik.
2. Faktor Genetik: Adanya riwayat keluarga dengan diabetes menunjukkan adanya predisposisi *multi-gen*.
3. Faktor Demografi: Usia yang lebih tua dan etnisitas tertentu juga berkontribusi pada peningkatan risiko.

Dengan demikian, DM Tipe 2 adalah kondisi yang berkembang dari ketidakseimbangan antara kebutuhan insulin yang tinggi akibat resistensi dan kegagalan pankreas untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

2.1.4 Klasifikasi

Menurut American Diabetes Association (2024) dan Internasional Diabetes Federasi (2025) membagi diabetes melitus menjadi (American Diabetes Association (ADA) Professional Practice Committee, 2024; IDF, 2025):

a. Diabetes Melitus Tipe 1

Diabetes Melitus Tipe (DMT1) disebabkan dari proses autoimun yang menyebabkan sistem kekebalan tubuh menyerang atau terjadi destruksi beta-sel di pankreas dan terjadinya defisiensi insulin (IDF, 2025). Kondisi ini umumnya muncul pada anak atau remaja, meskipun dapat terjadi pada usia berapa pun. Proses autoimun tersebut menyebabkan ketergantungan terhadap terapi insulin seumur hidup. American Diabetes Association (ADA) menekankan bahwa tipe ini mencakup kurang lebih 5–10% dari seluruh kasus diabetes di dunia (American Diabetes Association (ADA) Professional Practice Committee, 2024). Sementara itu, Federasi Internasional Diabetes (IDF) menyoroti bahwa meskipun jumlah penderitanya lebih kecil, beban penyakit Tipe 1 meningkat signifikan di berbagai kawasan sehingga membutuhkan perhatian global (IDF, 2025).

b. Diabetes Tipe 2

Diabetes Melitus Tipe 2 adalah bentuk paling umum dari diabetes, mencakup lebih dari 90% kasus global, sebagaimana dilaporkan IDF (2025). Tipe ini ditandai oleh resistensi insulin pada jaringan perifer disertai dengan penurunan kemampuan sel beta memproduksi insulin secara bertahap kemampuan sel beta pankreas dalam menghasilkan insulin. Pada fase awal, pankreas berusaha mengkompensasi resistensi tersebut dengan meningkatkan sekresi insulin, namun seiring waktu kemampuan ini menurun sehingga menyebabkan hiperglikemia kronis. Berbagai faktor risiko utama meliputi obesitas, gaya hidup, pola makan tidak sehat, usia lanjut, riwayat keluarga, dan faktor genetik. Penyakit ini sering bersifat asimtomatik pada awalnya sehingga banyak pasien didiagnosis setelah komplikasi muncul. American Diabetes Association (ADA) menegaskan bahwa Tipe 2 merupakan

penyebab terbesar terjadinya komplikasi mikrovaskuler dan makrovaskuler, termasuk penyakit arteri perifer (PAD), yang sangat relevan dengan terjadinya ulkus kaki diabetik dan gangren (American Diabetes Association (ADA) Professional Practice Committee, 2024).

c. Gestational Diabetes

Gestasional Diabetes Melitus (GDM) didefinisikan sebagai hiperglikemia (kadar glukosa darah di atas normal) yang didiagnosis untuk pertama kalinya selama kehamilan, umumnya terjadi pada trimester kedua atau ketiga (Aspilayuli et al., 2023). Menurut American Diabetes Association (ADA), GDM terjadi ketika sekresi insulin tidak mampu mengimbangi peningkatan resistensi insulin yang secara fisiologis terjadi selama kehamilan, yang mengakibatkan hiperglikemia pada ibu dan janin (American Diabetes Association (ADA) Professional Practice Committee, 2024).

International Diabetes Federation (IDF, 2025) melaporkan bahwa GDM merupakan masalah kesehatan global yang signifikan, diperkirakan memengaruhi lebih dari 20 juta kehamilan di seluruh dunia setiap tahunnya. Kondisi ini meningkatkan risiko komplikasi obstetri seperti makrosomia, preeklamsia, dan kelahiran dengan operasi. Selain komplikasi segera, GDM juga memiliki risiko jangka panjang: ibu berisiko tinggi berkembang menjadi Diabetes Melitus Tipe 2 setelah melahirkan, sementara bayi berisiko mengalami hipoglikemia neonatal, gangguan metabolik, obesitas, dan diabetes di masa dewasa (American Diabetes Association (ADA) Professional Practice Committee, 2024).

Oleh karena itu, deteksi dini melalui skrining rutin pada usia kehamilan 24–28 minggu, diikuti dengan intervensi nutrisi dan pengelolaan glikemik yang ketat, merupakan aspek penting untuk mencegah dampak merugikan dari GDM.

d. Tipe Lain Diabetes

Diabetes tipe lain adalah bentuk diabetes yang tidak termasuk dalam kategori tipe 1, tipe 2, maupun diabetes gestasional (GDM). Kondisi ini disebabkan oleh gangguan atau kelainan spesifik yang memengaruhi fungsi pankreas atau metabolisme glukosa. Menurut American Diabetes Association (ADA) (2024), penyebab diabetes tipe lain meliputi penyakit pankreas eksokrin seperti pankreatitis, cedera, pankreatektomi, atau fibrosis kistik, serta penggunaan obat-obatan tertentu seperti *glukokortikoid* dan imunoterapi. Kategori ini juga mencakup diabetes monogenik, seperti diabetes neonatal dan *Maturity-Onset Diabetes Of The Young* (MODY), yang disebabkan oleh mutasi pada satu gen dan memerlukan penanganan terapi khusus.

Selain itu, diabetes pasca transplantasi (*Posttransplantation Diabetes Mellitus*/PTDM) merupakan kategori diabetes yang muncul setelah transplantasi organ dan dipengaruhi oleh penggunaan obat imunosupresan. Dalam IDF Diabetes Atlas 2025 menegaskan bahwa diabetes tipe lain ini sering kali kurang terdiagnosis dan dapat mencakup diabetes yang muncul akibat gangguan endokrin, infeksi, atau sindrom genetik langka, yang semuanya membutuhkan pendekatan diagnosis dan manajemen yang disesuaikan. Kedua dokumen tersebut menekankan pentingnya mengenali tipe diabetes lain untuk memastikan diagnosis yang tepat dan pengobatan yang efektif sesuai dengan penyebab spesifiknya.

2.1.5 Manifestasi Klinis

Manifestasi Klinis Diabetes Melitus meliputi Poliuri (banyak kencing), Polidipsia (banyak minum), dan Polifagia (banyak makan), ketiga gejala tersebut dikenal sebagai Trio-P (Artikaria & Machmudah, 2022; Jatmiko & Tarwoto, 2024).

a. Poliuria (Banyak Minum)

Rasa haus yang berlebihan (Polidipsia) merupakan reaksi kompensasi otomatis tubuh pada kondisi buang air kecil yang berlebihan (poliuria) (Goyal et al., 2023). Poliuria menyebabkan tingginya volume air, yang pada gilirannya menginduksi dehidrasi ekstraseluler (Decroli, 2019). Untuk mengatasi kondisi ini, air intraseluler akan berdifusi keluar menuju plasma yang hipertonik, menyebabkan dehidrasi intraseluler. Proses ini memicu peningkatan hormon ADH (antidiuretik) dan menghasilkan sensasi rasa haus yang kuat. Oleh karena itu, polidipsia merupakan upaya mencegah kekurangan cairan lebih lanjut dan akan terus terjadi hingga kadar gula darah terkontrol (Goyal et al., 2023).

b. Polidipsia (Banyak Kencing)

Polidipsia, atau sering buang air kecil terutama di malam hari, merupakan gejala umum pada penderita diabetes melitus tipe 2 (Decroli, 2019). Hal ini disebabkan oleh kadar glukosa darah yang melebihi ambang ginjal (>180 mg/dl), sehingga glukosa dikeluarkan melalui urine bersama air atau diuresis osmotik (Goyal et al., 2023). Untuk menurunkan konsentrasi urine, tubuh menyerap air sebanyak mungkin, menghasilkan urine dalam jumlah besar pada pasien DM yang tidak terkontrol, keluaran urine bisa mencapai lima kali lipat dari normal (sekitar 1,5 liter per hari) (Decroli, 2019). Hal ini memicu polidipsia, yaitu rasa haus berlebihan dan keinginan minum air putih dalam jumlah banyak, terutama air dingin, manis, atau

segar, sebagai respons tubuh terhadap dehidrasi akibat ekskresi urine yang tinggi. Gejala ini sering muncul progresif dan menunjukkan gangguan homeostasis glukosa, yang jika tidak dikontrol, dapat berkontribusi pada komplikasi vaskular seperti penyakit arteri perifer dan gangren ekstremitas.

c. Polifagia (Banyak Makan)

Nafsu makan meningkat (Polifagia) merupakan gejala yang jarang terlihat. kejadian ini terjadi karena insulin bermasalah sehingga pemasukan gula ke dalam sel-sel tubuh kurang dan energi yang dibentuk menjadi kurang (Decroli, 2019). Sel juga menjadi miskin gula sehingga otak berpikir bahwa kurangnya energi karena kurang makan, makan kemudian tubuh berusaha meningkatkan asupan makanan dengan menimbulkan rasa lapar (Goyal et al., 2023).

2.1.6 Komplikasi

Diabetes Melitus merupakan penyakit *long-time* atau kronis. Komplikasi yang timbul dapat berupa komplikasi makrovaskuler dan mikroveskuler, yang dapat menimbulkan morbiditas dan mortalitas signifikan. Kedua jenis komplikasi ini sering kali terjadi secara simultan dan berinteraksi, menciptakan lingkungan yang kondusif bagi perkembangan Ulkus Kaki Diabetik (DFU) hingga mencapai tahap Gangren (Anisah et al., 2024).

1) Komplikasi Mikrovaskuler

Komplikasi mikrovaskular merupakan jenis komplikasi yang menyerang pembuluh darah kecil (Jatmiko & Tarwoto, 2024; Suryanti & Duwi Pudjiati, 2025). Komplikasi mikrovaskular meliputi retinopati, nefropati, ulkus pada kaki dan tungkai, serta neuropati otonomi yang mempengaruhi fungsi pupil, jantung, sistem

pencernaan, dan saluran urogenital (Decroli, 2019). Komplikasi jenis ini merupakan komplikasi yang sering terjadi pada pasien diabetes melitus.

Retinopati Diabetik Kerusakan pada pembuluh darah retina mata yang disebabkan oleh hiperglikemia, yang merupakan penyebab utama gangguan penglihatan hingga kebutaan pada pasien usia produktif (Decroli, 2019). Perkembangan penyakit ini dapat dibagi menjadi retinopati non-proliferatif dan retinopati proliferasif, di mana tahap lanjut dapat menunjukkan korelasi dengan keparahan komplikasi vaskular di tempat lain (seperti PAD) (Sartore et al., 2023).

Nefropati Diabetik, komplikasi yang ditandai dengan kerusakan progresif pada ginjal. Awalnya dideteksi melalui peningkatan ekskresi albumin dalam urine (mikroalbuminuria), yang seiring waktu dapat berkembang menjadi gagal ginjal terminal (*End-Stage Renal Disease*), yang memerlukan dialisis atau transplantasi ginjal (Decroli, 2019).

Kerusakan pada saraf perifer (Neuropati Sensorik), yang sangat krusial dalam patogenesis Ulkus Kaki Diabetik (DFU) (Jatmiko & Tarwoto, 2024; Widyanata et al., 2022). Neuropati sensorik menyebabkan hilangnya sensasi protektif, sehingga pasien tidak merasakan adanya luka, cedera, atau tekanan berulang pada kaki. Selain sensorik, Neuropati Otonom juga berperan dalam mengubah aliran darah perifer dan mengurangi keringat, yang membuat kulit kaki kering dan rentan retak, yang menjadi pintu masuk bagi infeksi (Decroli, 2019).

2) Komplikasi Makrovaskular

Komplikasi Makrovaskular merupakan jenis komplikasi yang menyerang pembuluh darah besar, yang meliputi seperti penyakit arteri koroner, gangguan pada pembuluh darah otak, tekanan darah tinggi, penyakit pembuluh darah perifer,

serta infeksi (Jatmiko & Tarwoto, 2024; Weningtyas et al., 2025). Hiperglikemia yang berkepanjangan dapat menyebabkan rusaknya lumen pembuluh darah, sehingga menyebabkan kerusakan jaringan seperti gangguan sirkulasi pembuluh darah semakin banyak serta penyebab utama morbiditas kardiovaskular dan kematian pada pasien DM (Decroli, 2019; Weningtyas et al., 2025).

Penyakit Arteri Koroner (*Coronary Artery Disease* - CAD), aterosklerosis pada arteri yang memasok darah ke otot jantung, yang dapat menyebabkan Angina Pektoris dan Infark Miokardia (serangan jantung) (Decroli, 2019). Pasien DM sering mengalami CAD pada usia lebih muda dan memiliki penyakit yang lebih difusi dan parah. Penyakit Serebrovaskular (*Stroke*) Aterosklerosis dan pembentukan plak pada arteri yang menuju otak, yang meningkatkan risiko *stroke* iskemik (penyumbatan) secara signifikan (Decroli, 2019).

Penyakit Pembuluh Darah Perifer (*Peripheral Artery Disease* - PAD) merupakan penyempitan dan pengerasan arteri di ekstremitas bawah (Sartore et al., 2023). Kondisi ini menyebabkan berkurangnya suplai darah atau iskemia pada kaki, yang secara langsung mengganggu penyembuhan luka dan memicu nekrosis jaringan (Gangren) (Fagher & Löndahl, 2021; Y.-H. Li et al., 2020).

2.2 Luka Gangren

2.2.1 Definisi

Gangren adalah kondisi nekrosis jaringan akibat penyumbatan pembuluh darah (iskemik nekrosis) yang disebabkan oleh aterosklerosis atau mikroemboli aterotrombosis, sering terkait dengan penyakit vaskuler perifer pada penderita diabetes melitus sebagai komplikasi kronis (Sartore et al., 2023). Kondisi ini dimulai dengan hipoksia jaringan, di mana pasokan oksigen dan nutrisi berkurang,

sehingga mengganggu fungsi seluler dan vaskuler, yang pada akhirnya menyebabkan kematian jaringan (Sartore et al., 2023). Gangren dapat terjadi di daerah ekstremitas seperti jari tangan dan kaki, serta organ internal, hal ini dapat diperburuk oleh infeksi yang menyebabkan pembengkakan dan penghentian aliran darah lebih lanjut, terutama gangren basah.

Pada diabetes melitus, gangren berkembang sebagai komplikasi dari luka terbuka atau ulkus diabetik, dengan faktor risiko tambahan seperti cedera traumatis, sistem kekebalan lemah (misalnya, pada HIV/AIDS, kanker, atau kemoterapi), merokok, alkoholisme kronis, penggunaan obat-obatan, kekurangan gizi, usia lanjut, obesitas, atau penyakit ginjal stadium akhir (Anisah et al., 2024; Yang et al., 2021). Gangren ditandai dengan serangkaian gejala yang khas, umumnya melibatkan perubahan signifikan pada anggota gerak.

Tanda-tanda tersebut meliputi perubahan warna kulit (menjadi gelap, kebiruan, atau kehitaman), di mana kulit juga terasa dingin, menebal, dan menjadi kering (Decroli, 2019). Terjadi pula kerusakan jaringan (nekrosis) dan sering kali terbentuk garis yang jelas antara kulit yang sehat dan bagian yang rusak (Fagher & Löndahl, 2021). Pada area yang terkena, penderita mungkin mengalami perubahan bentuk kaki atau atrofi otot kaki. Dari segi sensasi, gejala meliputi nyeri berat yang kemudian diikuti oleh mati rasa, serta nyeri saat istirahat. Selain itu, sensasi rasa dapat berkurang (hipoestesi) dan penderita sering mengalami kesemutan. Tanda yang sangat mencolok adalah timbulnya bau busuk dari bagian yang sakit, serta kemungkinan adanya penurunan ketajaman penglihatan yang terkait dengan kondisi penyebabnya. Pencegahan dan pengobatan memerlukan kontrol faktor risiko ini untuk menghindari nekrosis yang *irreversible*.

2.2.2 Patofisiologi

Pembentukan Ulkus Kaki Diabetik (DFU) dan terutama progresifnya menuju Gangren didorong oleh dua mekanisme patologis utama yang bekerja secara sinergis, yang dikenal sebagai kondisi Kaki Neuro-Iskemik (Fagher & Löndahl, 2021). Yang pertama adalah Neuropati Diabetik (komplikasi mikrovaskular), yaitu kerusakan saraf perifer yang menyebabkan hilangnya fungsi sensorik, motorik, dan otonom (Suryanti & Duwi Pudjiati, 2025; Widyanata et al., 2022). Neuropati Sensorik menghilangkan rasa sakit, sehingga pasien tidak menyadari adanya cedera, lepuh, atau tekanan berulang pada kaki, di mana trauma yang tidak terdeteksi ini menjadi titik awal ulkus.

Sementara itu, Neuropati Motorik menyebabkan deformitas kaki yang meningkatkan tekanan pada area tertentu (seperti kepala metatarsal), dan Neuropati Otonom menyebabkan kulit kaki kering dan pecah-pecah, memfasilitasi masuknya infeksi (Decroli, 2019; Suryanti & Duwi Pudjiati, 2025). Yang kedua adalah Penyakit Arteri Perifer (*Peripheral Artery Disease* - PAD) (komplikasi makrovaskular), di mana proses aterosklerosis dipercepat, menyebabkan penyempitan atau oklusi arteri di ekstremitas bawah (Sartore et al., 2023; Suryanti & Duwi Pudjiati, 2025). Kondisi ini menghasilkan suplai darah yang tidak memadai ke jaringan kaki. Iskemia merupakan iskemia faktor penentu utama yang mengakibatkan kegagalan penyembuhan luka dan progresivitas ulkus menuju nekrosis, karena tanpa perfusi yang adekuat, jaringan tidak mampu menerima oksigen, nutrisi, dan sel imun yang dibutuhkan untuk melawan infeksi dan melakukan perbaikan jaringan, sehingga perkembangan menuju Gangren tidak dapat dihindari (Anisah et al., 2024; Fagher & Löndahl, 2021).

2.2.3 Klasifikasi Gangren

Derajat luka gangren digunakan untuk menentukan tindakan perawatan selanjutnya, di mana sistem penilaian yang sering digunakan untuk menilai tingkat keparahan luka gangren pada pasien diabetes adalah Klasifikasi Meggitt-Wagner (Kusyanti et al., 2025; Nikola et al., 2025). Dalam skala ini, luka gangren dibagi menjadi 6 derajat, yaitu:

- a. Derajat 0: Kondisi kulit utuh tetapi berisiko tinggi mengalami ulkus.
- b. Derajat 1: Adanya Ulkus Superfisial tanpa keterlibatan jaringan dalam.
- c. Derajat 2: Ulkus lebih dalam mengenai jaringan subkutan dengan ketebalan penuh.
- d. Derajat 3: Ulkus mengenai struktur yang lebih dalam, seperti tulang, tendo, atau osteomyelitis.
- e. Derajat 4: Gangren terbatas pada satu bagian kaki, seperti jari atau area tertentu.
- f. Derajat 5: Meluas ke Seluruh kaki dan berpotensi adanya tindakan amputasi.

2.2.4 Faktor-Faktor Terjadinya Gangren

Faktor-faktor yang mempengaruhi kejadian gangren pada penderita penyakit Diabetes Melitus:

1) Edogen (Internal)

a. Usia

Seiring bertambahnya usia (≥ 45 Tahun) berisiko terjadinya DMT2, terjadi penurunan fungsi sel beta pankreas dan elastisitas jaringan. Pada penelitian Darni (2024) menyebutkan bahwa proses aging menurunkan kemampuan regenerasi sel dan pengendalian glukosa, sehingga lansia lebih rentan mengalami makroangiopati yang menghambat sirkulasi darah ke tungkai.

b. Lama Menderita DM

Hiperglikemia kronis yang berlangsung lama (≥ 10 tahun) menyebabkan perubahan homeostatis biokimiawi yang memicu komplikasi vaskuler. Pada penelitian Fariski et al (2025) menyatakan adanya hubungan signifikan antara durasi penyakit dengan risiko gangren karena akumulasi kerusakan pada pembuluh darah (vaskulopati).

c. Neuropati

Neuropati mengakibatkan gangguan sensorik (hilang rasa kebas). Motorik (atrofi dan deformitas kaki), serta otonom (kulit kering dan retak/fisura). Kondisi ini menyebabkan hilangnya “sensasi protektif”, sehingga trauma kecil tidak dirasakan oleh pasien dan berkembang menjadi ulkus (Fariski et al., 2025).

d. Penyakit Arteri Perifer

Penyakit Pembuluh Darah Perifer (*Peripheral Artery Disease* - PAD) didefinisikan sebagai obstruksi pembuluh daerah arteri pada ekstremitas bawah akibat proses aterosklerosis yang memicu penyempitan (Sartore et al., 2023). Kondisi ini menyebabkan berkurangnya suplai darah atau iskemia pada kaki, yang secara langsung menghambat proses regenerasi sel dan memicu nekrosis jaringan yang menjadi cikal bakal Gangren (Fagher & Löndahl, 2021; Y.-H. Li et al., 2020).

e. Kontrol Glikemik Buruk

Kadar gula yang tidak terkontrol (GDP >100 mg/dL) mempercepat kerusakan pembuluh darah besar dan kecil, sehingga menurunkan daya tahan tubuh terhadap infeksi (Fariski et al., 2025).

2) Faktor Eksogen (Eksternal)

a. Perawatan Kaki

Kurangnya rutinitas menjaga kebersihan kaki dapat mengalami gangguan peredaran darah dan kerusakan syaraf yang pada gilirannya menurunkan sensitivitas terhadap sehingga meningkatkan risiko cedera tanpa disadari. Masalah yang sering timbul pada arena ini seperti kapalan (*callus*), mata ikan, hingga cantengan. Perawatan kaki yang buruk terbukti memiliki hubungan yang erat dengan peningkatan risiko infeksi yang menyebar secara progresif menjadi gangren (Fariski et al., 2025).

b. Penggunaan Alas Kaki yang Tidak Tepat

Neuropati diabetik menyebabkan hilangnya indra perasa pada kaki, sehingga pasien DM rentan mengalami luka tanpa gejala nyeri. Penderita DM disarankan menggunakan sepatu dengan ujung tertutup dan ukuran yang pas (tersisa ruang $\pm 2,5$ cm) untuk menghindari tekanan berlebih pada titik tumpu kaki (Darni, 2024). Selain itu, pemilihan kaus kaki berbahan katun sangat penting untuk menjaga sirkulasi udara dan mencegah kaki berkeringat, berbeda dengan bahan sintesis yang cenderung memicu kelembapan.

c. Pola Makan atau Kepatuhan Diet

Ketidakpatuhan diet menyebabkan fluktuasi glukosa darah yang drastis. Diet yang tepat diperlukan untuk membatasi asupan gizi makro yang berlebihan guna mencegah penebalan dinding pembuluh darah (arteriosklerosis) (Fariski et al., 2025).

d. Infeksi dan Trauma

Luka akibat tertusuk benda tajam atau luka terinfeksi bakteri (seperti *Staphylococcus* atau *Streptococcus*) akan sulit sembuh pada kondisi gula darah tinggi. Infeksi ini merupakan komplikasi yang sering menyertai gangren akibat kombinasi iskemia dan neuropati (Darni, 2024).

2.3 *Ankle Brachial Index*

2.3.1 Definisi

Ankle Brachial Indeks (ABI) merupakan pemeriksaan non-invasif untuk menilai status vaskular yang terdiri dari rasio tekanan darah sistolik *ankle* (Pergelangan Kaki) dan *brachial* (Lengan Tangan) menggunakan *Sphygmomanometer* dan Doppler Vaskuler (Nadrati & Supriatna, 2021). Rasio ini merupakan perbandingan resistensi pembuluh darah, yang sangat dipengaruhi oleh diameter pembuluh darah. Diameter ini dapat menyempit akibat faktor internal (misalnya, plak atau robekan pada struktur intima) atau faktor eksternal (seperti kompresi dari jaringan lunak) (McClary & Massey, 2023). Nilai yang diambil adalah nilai sistolik tertinggi pada kedua kaki dibagi dengan tekanan sistolik tertinggi di kedua tangan. Nilai ABI memberikan gambaran tingkat perfusi jaringan kaki dan menjadi faktor indikator penting dalam mendeteksi penyakit arteri perifer (*Peripheral Artery Disease*).

2.3.2 Indikasi dan Kontraindikasi

Pengukuran *Ankle Brachial Index (ABI)* diindikasikan untuk berbagai tujuan klinis, termasuk skrining, diagnosis, pengobatan, dan prognosis penyakit arteri ekstremitas bawah (LEAD) (Goyal et al., 2023). Menurut American College of Cardiology (ACC) dan American Heart Association (AHA), pasien diabetes

melitus berusia >50 tahun atau <50 tahun dengan faktor risiko tambahan penyakit kardiovaskular harus menjalani skrining untuk penyakit arteri perifer (Virani et al., 2020).

Pada pasien dengan luka di ekstremitas bawah, ABI digunakan untuk menyingkirkan LEAD, terutama pada individu berusia >70 tahun atau >50 tahun dengan riwayat diabetes melitus, merokok, hipertensi, dislipidemia, atau hiperhomosisteinemia (Goyal et al., 2023). Sebelum melakukan kompresi, ABI membantu menentukan aliran darah arteri yang adekuat; jika ABI <0.8 , kompresi tinggi (misalnya 30-40 mmHg) tidak direkomendasikan. Pada kasus campuran (penyakit vena/arteri), ABI 0.5-0.8 menyarankan penurunan kompresi ke 23-30 mmHg, sedangkan ABI <0.5 mengharuskan penghindaran kompresi dan rujukan untuk evaluasi lanjutan.

Kontraindikasi pengukuran ABI meliputi pasien dengan *Deep Vein Thrombosis* (DVT), di mana pedoman American Heart Association (AHA) menyarankan menghindari kompresi ekstremitas untuk mencegah emboli trombus (Virani et al., 2020). Selain itu, nyeri kaki yang parah juga merupakan kontraindikasi, mengingat prosedur memerlukan tekanan signifikan pada kaki. Kondisi terkait seperti iskemia kaki, patah tulang (fraktur), bengkak (edema), atau luka yang luas/terinfeksi pada lokasi manset dapat memperburuk nyeri atau berisiko komplikasi, sehingga pengukuran ABI harus dihindari atau dilakukan dengan sangat hati-hati.

2.3.3 Manfaat Pengukuran

Manfaat pengukuran Ankle Brachial Indeks (ABI) sebagai berikut

- 1) Identifikasi Status Vaskular: Pengukuran *Ankle Brachial Index* (ABI) bermanfaat untuk menentukan tingkat keparahan insufisiensi arteri pada ekstremitas bawah pasien diabetes melitus tipe 2.
- 2) Penentuan Derajat Keparahan: Penilaian menggunakan klasifikasi Wagner memungkinkan peneliti untuk mengkategorikan derajat luka gangren secara sistematis, yang menjadi dasar untuk menentukan intervensi klinis yang tepat.
- 3) Dasar Analisis Korelasi: Hasil pengukuran ABI dan derajat luka memberikan data objektif yang diperlukan untuk menguji hipotesis mengenai adanya hubungan antara perfusi perifer dengan tingkat kerusakan jaringan pada pasien.
- 4) Monitori Perkembangan: Data yang diperoleh melalui prosedur pengukuran yang terstandarisasi memberikan acuan untuk mengevaluasi perkembangan kondisi klinis pasien secara akurat dalam satu waktu pengukuran.

2.3.4 Alat dan Bahan

Pengukuran *Ankle-Brachial Index* (ABI) membutuhkan peralatan standar untuk memastikan akurasi data, meliputi: Doppler portabel (probe 8–10 MHz atau 5 MHz pada kondisi edema), *sphygmomanometer* aneroid dengan manset yang sesuai, serta gel ultrasonografi. Selain itu, diperlukan perlengkapan pendukung seperti alkohol swab, kasa, handuk untuk kenyamanan pasien, serta media pencatatan dan kalkulator untuk perhitungan nilai ABI. Ketersediaan peralatan

yang sesuai standar sangat krusial dalam meminimalkan kesalahan pengukuran klinis (Widyanata et al., 2022; Hijriana et al., 2020).

Meskipun *vascular Doppler* merupakan standar emas (*gold standard*) dalam pengukuran *Ankle Brachial Index* (ABI), keterbatasan aksesibilitas alat dan tingginya tuntutan kompetensi operator di fasilitas kesehatan primer mendorong munculnya metode alternatif yang lebih praktis (Arsianti et al., 2020). Beberapa metode tersebut mencakup *impedance plethysmography* dengan sensitivitas 73% dan spesifisitas 96%, serta metode osilometrik pada pasien berisiko kardiovaskular dengan sensitivitas 71% dan spesifisitas 89%. Dalam praktiknya, metode auskultasi manual menggunakan stetoskop dan tensimeter sering menjadi pilihan karena keterjangkauannya, dengan nilai sensitivitas sekitar 71,4% dan spesifisitas 91,0% (Carmo et al., 2008; Chesbro et al., 2011). Namun, seiring perkembangan teknologi, penerapan metode osilometrik pada *sphygmomanometer* digital mampu memberikan klasifikasi kondisi PAD dengan akurasi yang jauh lebih tinggi, yakni mencapai 95,5% (Dewi et al., 2022). Meskipun demikian, *vascular Doppler* tetap direkomendasikan sebagai referensi utama karena kemampuannya mendeteksi aliran darah secara lebih presisi, terutama pada pasien dengan arteri yang mengalami kalsifikasi.

2.3.5 Prosedur Pengukuran

Prosedur pengukuran ABI dimulai dengan mempersiapkan pasien dalam posisi terlentang (*supine*) dan memastikan ia beristirahat setidaknya 5–10 menit di lingkungan yang hangat dan tenang untuk menstabilkan tekanan darah (Conyers et al., 2025; Widyanata et al., 2022). Petugas kemudian menempatkan manset dengan ukuran yang tepat pada lengan dan pergelangan kaki, memastikan manset tidak

berada di atas area luka terbuka atau *bypass vaskular*. Pengukuran tekanan darah dilakukan menggunakan tensimeter digital yang tervalidasi secara klinis dengan menempatkan manset secara presisi pada ekstremitas. Pada lengan, manset dipasang di atas *fossa antecubital*, sementara pada tungkai, manset dilingkarkan di area pergelangan kaki sekitar 2–3 cm di atas *malleolus medialis*. Alat diaktifkan melalui tombol operasional otomatis yang secara mandiri memompa dan mengempiskan manset untuk mendeteksi osilasi aliran darah hingga memunculkan nilai tekanan sistolik pada layar monitor. Pengukuran dilakukan pada kedua lengan serta kedua pergelangan kaki dalam kondisi pasien rileks dan posisi terlentang (*supine*). Nilai tekanan sistolik tertinggi dari lengan akan digunakan sebagai pembagi, sedangkan nilai sistolik dari masing-masing pergelangan kaki menjadi pembilang untuk menentukan nilai ABI pada setiap sisi tungkai. Prosedur osilometri ini menawarkan efisiensi dan konsistensi dalam pemeriksaan vaskular non-invasif untuk skrining risiko iskemia jaringan.

2.3.6 Cara Menghitung dan Interpretasi Nilai ABI

Ankle Brachial Index (ABI) adalah metode pemeriksaan non-invasif yang memberikan data objektif untuk mendeteksi *Peripheral Arterial Disease* (PAD) melalui rasio tekanan darah sistolik kaki dan lengan (Sartore et al., 2023). Instrumen ini sangat krusial karena kemudahan dan akurasinya dalam memetakan status perfusi jaringan, memprediksi potensi penyembuhan luka, serta mengidentifikasi risiko amputasi pada pasien (Hijriana et al., 2020; Yang et al., 2021).

A. Rumus Ankle Brachial Indeks (ABI)

$$ABI = \frac{\text{Tekanan Tertinggi pada Kaki}}{\text{Tekanan Tertinggi pada Kedua Lengan}}$$

B. Interpretasi Nilai Ankle Brachial Indeks ABI

Tabel 2. 1 Interpretasi ABI

Klasifikasi	Hasil
Elevated or Noncompressible	>1.3
Normal	>1.0
Borderline PAD	0.91-0.99
LEAD	≤ 0.9
Borderline Iskemia	$\leq 0.6-0.8$
Severe Iskemia	≤ 0.5
Critical Iskemia, Limb Threatened	<0.4

Sumber: (Conyers et al., 2025)

2.3.7 Faktor yang Mempengaruhi ABI

Akurasi pengukuran Ankle-Brachial Index (ABI) dipengaruhi oleh beberapa kondisi medis dan gaya hidup (Anisah et al., 2024). Faktor utama yang menyebabkan nilai ABI menjadi rendah adalah Penyakit Arteri Perifer (PAD) dan Aterosklerosis. PAD mengakibatkan penyempitan arteri ekstremitas bawah, yang secara langsung menurunkan tekanan darah sistolik di pergelangan kaki, sehingga menghasilkan nilai ABI yang rendah (Fagher & Löndahl, 2021). Proses serupa terjadi pada aterosklerosis, di mana pembentukan plak mengganggu aliran darah dan menurunkan tekanan sistolik di pergelangan kaki.

Sementara itu, faktor seperti Kekakuan Arteri yang sering terjadi pada lansia dan penderita Diabetes Melitus cenderung menghasilkan nilai ABI yang lebih tinggi (sering kali $\leq 1,40$). Nilai tinggi yang tidak akurat ini disebabkan oleh ketidakmampuan arteri yang kaku untuk terkompresi secara efektif oleh manset sfigmomanometer, sehingga gagal mencerminkan adanya PAD (Conyers et al., 2025). Selain itu, Hipertensi yang tidak terkontrol dapat memengaruhi hasil karena potensi peningkatan tekanan yang tidak proporsional di lengan dan kaki. Faktor gaya hidup seperti Kebiasaan Merokok meningkatkan risiko PAD secara signifikan, yang berujung pada ABI rendah. Terakhir, Obesitas dapat menyulitkan pengukuran

tekanan darah yang akurat karena adanya peningkatan massa jaringan di sekitar arteri, yang memengaruhi perbandingan rasio tekanan.

2.4 Hubungan ABI (*Ankle Brachial Index*) dengan Luka Gangren

Hubungan *Ankle Brachial Index* (ABI) dengan derajat keparahan luka gangren pada penderita diabetes melitus tipe 2 merupakan korelasi yang sangat erat dan konsisten (Hidayati et al., 2024; Yang et al., 2021). Nilai ABI, mencerminkan status perfusi arteri pada ekstremitas bawah, di mana nilai yang rendah mengindikasikan adanya obstruksi atau penyempitan pembuluh darah arteri yang mengakibatkan berkurangnya aliran darah dan suplai oksigen ke jaringan perifer. Secara patofisiologi, nilai ABI yang rendah ($<0,90$) menunjukkan adanya stenosis atau oklusi arteri yang menyebabkan tekanan perfusi digital, berujung pada hipoksia jaringan dan nekrosis (kematian sel) (Sartore et al., 2023). Kondisi iskemia kronis ini, dikombinasikan dengan neuropati diabetik dan infeksi bakteri, membentuk *triad patologis* yang dikenal sebagai kaki diabetik yang mempercepat progresivitas luka menuju gangren yang lebih berat (Y.-H. Li et al., 2020).

Penelitian klinis telah membuktikan adanya korelasi negatif yang signifikan nilai ABI dengan derajat luka gangren berdasarkan klasifikasi Wagner, yang berarti semakin rendah nilai ABI maka semakin berat derajat luka yang dialami pasien (Anisah et al., 2024). Secara spesifik, pasien dengan ABI normal ($>0,90 - 1,30$) cenderung memiliki luka gangren derajat 0-1 (Widyanata et al., 2022). Sebaliknya, nilai ABI yang menunjukkan PAD sedang ($0,40-0,79$) sering dikaitkan dengan luka gangren derajat 2-3, nilai ABI yang sangat rendah ($<0,40$) dikategorikan PAD berat dan meningkatkan risiko luka gangren derajat 4-5 (nekrosis jaringan meluas) yang sering memerlukan tindakan amputasi (Yang et al., 2021). Selain itu faktor risiko

seperti kontrol glikemik yang buruk (HbA1c tinggi), kolesterol, dan tekanan darah sistolik juga berkorelasi negatif dengan nilai ABI, menunjukkan bahwa kondisi hiperglikemia kronis mempercepat aterosklerosis dan memperburuk PAD (Felicio et al., 2022; Sartore et al., 2023).

Pemahaman terhadap korelasi ini memiliki nilai klinis yang krusial dalam manajemen komprehensif. ABI dapat digunakan sebagai alat skrining yang efektif untuk mendeteksi penyakit arteri perifer secara dini pada pasien diabetes bahkan sebelum gejala klinis muncul (Hijriana et al., 2020). Deteksi dini memungkinkan intervensi preventif, seperti modifikasi faktor fisik atau non-invasif seperti senam kaki yang terbukti meningkatkan nilai ABI (Artikaria & Machmudah, 2022; Jatmiko & Tarwoto, 2024). Selain itu, nilai ABI berfungsi untuk stratifikasi risiko dan menentukan prognosis penyembuhan luka, di mana ABI yang sangat rendah menuntut evaluasi lanjutan (*Doppler Ultrasound* atau Angiografi) untuk mempertimbangkan tindakan revaskularisasi (*Angioplasti* atau *Bypass Grafting*) guna memperbaiki aliran darah, meningkatkan peluang penyembuhan, dan mencegah amputasi. Dalam konteks keperawatan, pengetahuan tentang hubungan ABI, memperkuat peran perawat dalam pengkajian komprehensif, perencanaan intervensi intensif, dan edukasi pasien tentang perawatan kaki optimal sebagai upaya pencegahan komplikasi diabetes yang mengancam ekstremitas.

2.5 Konsep Teori *Self-Care* Dorothea E. Orem

Self-Care Deficit Theory Dorothea E. Orem, dikembangkan oleh Dorothea Elizabeth Orem yang berfokus dalam kemampuan seseorang untuk merawat dirinya sendiri (*Self-Care*) secara mandiri guna mempertahankan kesehatan dan kesejahteraan. Teori ini terdiri dari 3 komponen yaitu *Self-Care*, *Self-Care Deficit*,

dan *Nursing System*. Teori *Self-Care* merupakan fondasi yang membahas tindakan perawatan diri individu untuk memelihara kehidupan, kesehatan, dan kesejahteraan, yang berkaitan erat dengan integritas struktur serta fungsi manusia. Untuk memahami teori *self-care*, kita perlu memahami konsep *self-care*, *self-care agency*, *basic conditioning factors*, dan *therapeutic self-care demand*.

Self-Care adalah praktik individu untuk berinisiatif membentuk perilaku dalam memelihara kehidupan, kesehatan, dan kesejahteraan. *Self-Care Agency* merupakan kemampuan manusia untuk melakukan perawatan diri, yang dipengaruhi *basic conditioning factor* seperti usia, jenis kelamin, status perkembangan, status kesehatan orientasi sosial budaya, sistem perawatan kesehatan, sistem keluarga, pola kehidupan, lingkungan, serta ketersediaan sumber daya. *Therapeutic Self-care demand* adalah totalitas tindakan self-care yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan *Self-Care* dengan metode valid terkait kondisi tertentu, yang diklasifikasi Orem menjadi 3 kategori:

1. Kebutuhan Perawatan Diri Universal (*Universal Self-Care Requisites*)

Meliputi Kebutuhan dasar manusia yaitu pemenuhan udara (bernafas normal), asupan air (6-8 gelas/hari), nutrisi adekuat, eliminasi dan kebersihan tubuh, keseimbangan aktivitas-istirahat, kebutuhan sosial-interaksi, pencegahan bahaya, dan promosi perkembangan sesuai potensi sosial.

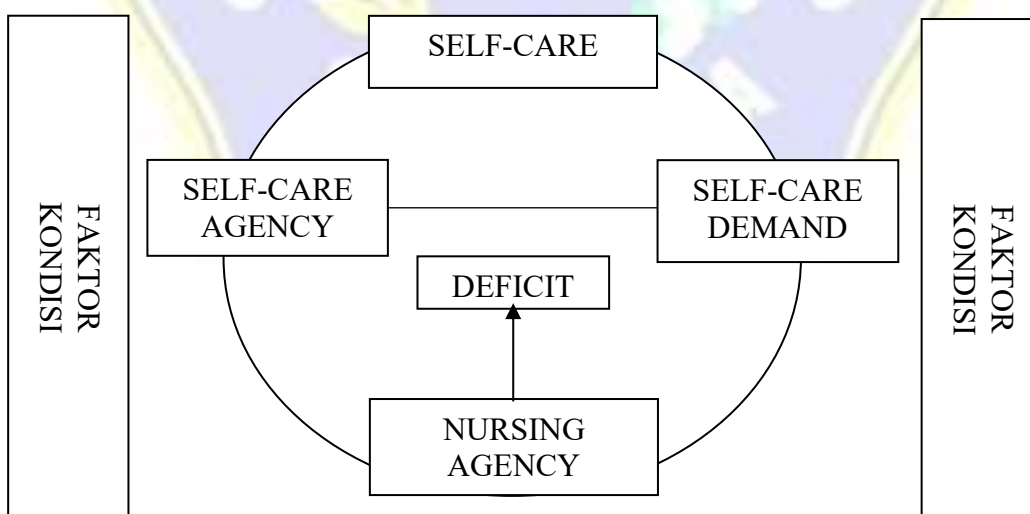
2. Kebutuhan Perkembangan Perawatan Diri (*Development Self-Care Requisites*)

Kebutuhan terkait proses perkembangan hidup seperti fasilitas tahapan perkembangan, partisipasi aktivitas pengembangan diri, dan pencegahan gangguan adaptasi sosial.

3. Kebutuhan Perawatan Diri pada Kondisi Adanya Penyimpangan Kesehatan (*Health Deviation Self-Care Requisite*)

Kebutuhan ini muncul akibat kondisi patologis seperti Diabetes Melitus tipe 2, meliputi pencarian bantuan kesehatan, kesadaran risiko pengobatan, pelaksanaan terapi (kontrol gula darah, foot care), modifikasi konsep diri, dan penyesuaian gaya hidup.

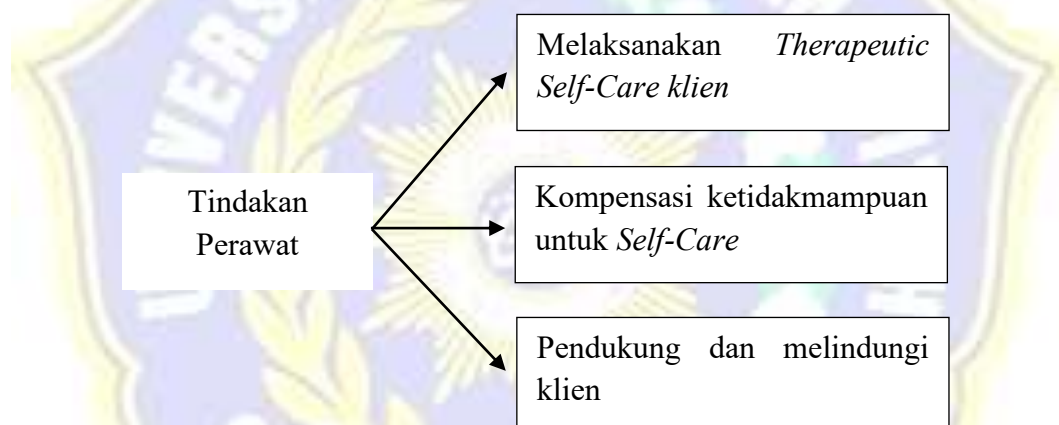
Ketika *Self-Care Agency* tidak mencukupi untuk memenuhi *self-care requisites* tersebut, maka terjadinya *Self-care Deficit*. Teori *Self-Care Deficit* mengidentifikasi kondisi ketika kemampuan *self-care agency* pasien tidak mencukupi untuk memenuhi *therapeutic self-care demand*, sehingga terjadi kesenjangan perawatan diri yang memerlukan intervensi keperawatan. Orem mengembangkan lima metode bantuan untuk mengatasi *Self-Care Deficit*, yaitu bertindak atau berbuat sesuatu untuk orang lain, sebagai pembimbing orang lain, memberikan *support* fisik dan psikologi, dan meningkatkan pengembangan lingkungan untuk pengembangan pribadi serta mengajarkan atau mendidik orang lain.



Gambar 2. 1 Kerangka Konseptual *Self-Care* Orem

Berdasarkan tingkat *Self-Care Deficit* yang telah diidentifikasi melalui metode bantuan tersebut. Teori *Nursing System* menentukan bentuk intervensi keperawatan apa yang paling tepat melalui tiga keperawatan yaitu *Wholly Compensatory System*, *Partly Compensatory System*, dan *Supportive-Education System*. *Nursing System* dirancang oleh perawat berdasarkan evaluasi kebutuhan *Self-Care Requisites* terhadap kemampuan pasien. Ketika terdeteksi *Self-Care Deficit* antara kemampuan pasien dan *Therapeutic Self-Care Demand*, maka intervensi keperawatan diberikan sesuai dengan tingkat ketergantungan pasien untuk mengatasi kesenjangan perawatan diri tersebut.

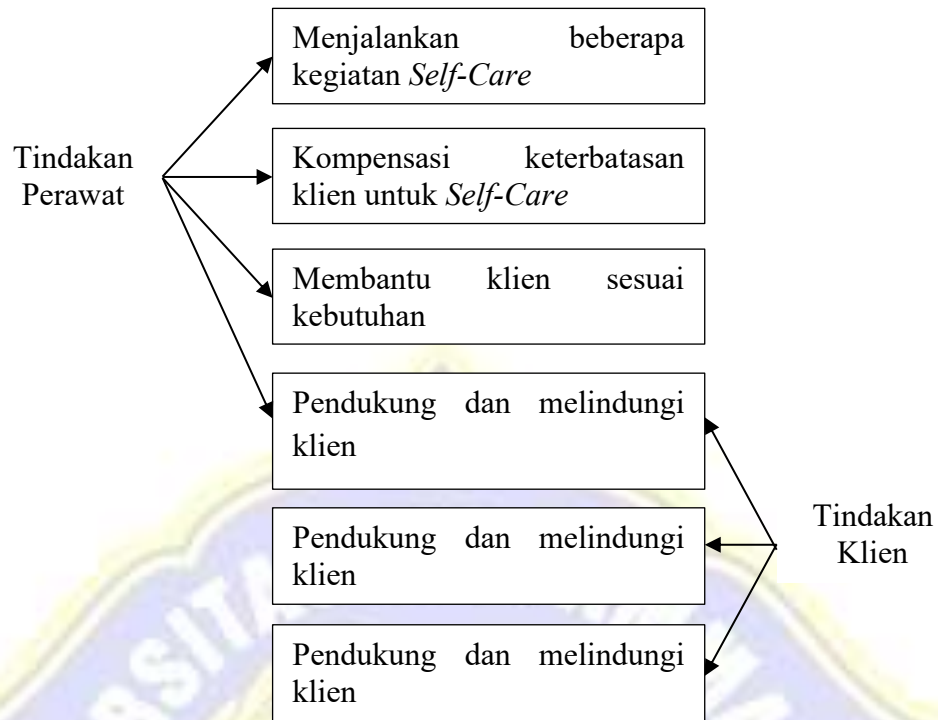
1. Sistem Bantuan Penuh (*Wholly Compensatory System*)



Gambar 2. 2 Sistem Bantuan Penuh (*Wholly Compensatory System*)

Sistem ini diterapkan kepada pasien yang tidak mampu melakukan *Self-Care* sama sekali, seperti kondisi koma atau tidak sadar, di mana perawat akan melakukan seluruh tindakan perawatan diri secara langsung. Pasien mungkin mampu membuat keputusan tentang *Self-Care*, namun masih memerlukan kontrol total untuk ambulasi dan manipulasi gerakan akibat kondisi medis tertentu, atau tidak mampu membuat keputusan yang tepat terkait perawatan dirinya.

2. Sistem Bantuan Sebagian (*Partly Compensatory System*)



Gambar 2. 3 Sistem Bantuan Sebagian (*Partly Compensatory System*)

Sistem yang melibatkan pembagian peran antara perawat dan pasien, di mana keduanya memiliki tanggung jawab besar dalam melakukan tindakan perawatan diri sesuai dengan kemampuan masing-masing.

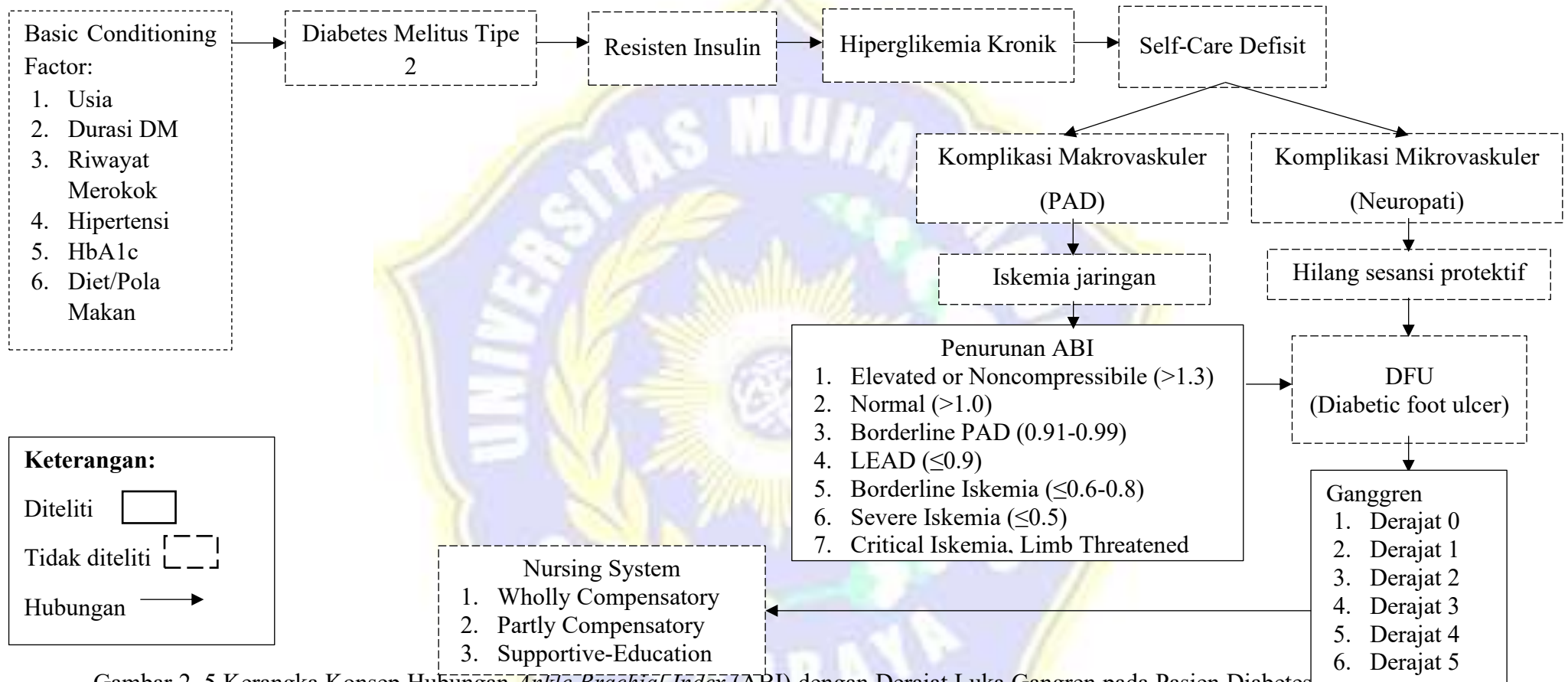
3. Sistem Dukungan Pendidikan (*Supportive-Education System*)



Gambar 2. 4 Sistem Dukungan Pendidikan (*Supportive-Education System*)

Sistem ini diberikan kepada pasien yang mampu melakukan *Self-Care* namun memerlukan bimbingan, dukungan, dan pendidikan untuk membentuk kemampuan internal ataupun eksternal perawatan diri secara mandiri.

2.6 Kerangka Konsep



Gambar 2. 5 Kerangka Konsep Hubungan *Ankle Brachial Index* (ABI) dengan Derajat Luka Gangren pada Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2 di Rumah Sakit Siti Khodijah Sepanjang

2.7 Hipotesis

H₀ (Hipotesis Nol): Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara nilai *Ankle Brachial Index* (ABI) dengan derajat luka gangren pada penderita diabetes melitus tipe 2 di Rumah Sakit Siti Khodijah Sepanjang.

H₁ (Hipotesis Alternatif): Terdapat hubungan yang signifikan antara nilai *Ankle Brachial Index* (ABI) dengan derajat luka gangren pada penderita diabetes melitus tipe 2 di Rumah Sakit Siti Khodijah Sepanjang.

