

BAB II

KERANGKA TEORETIS , KERANGKA BERPIKIR, DAN PENGAJUAN HIPOTESIS

A. Kerangka Teoretis

1. Hakikat latihan senam kaki

Menurut Harsono Latihan adalah proses yang sistematis daripada berlatih atau bekerja secara berulang-ulang, dengan kian hari kian menambah jumlah beban latihan atau pekerjaannya.⁴ Artinya seseorang dapat dikatakan berlatih jika dalam menjalankan suatu aktifitas olahraganya dilakukan secara berulang dan teratur dengan beban latihan yang meningkat.

Olahraga bagi penderita diabetes sebaiknya adalah olahraga yang disenangi dan dapat meningkatkan kesehatan dan kebugaran, serta melibatkan otot-otot besar (kaki, tangan, dan bahu). Pedoman olahraga bagi penderita diabetes yaitu dengan mengikuti prinsip FITT (frekuensi, Intensitas, Tempo, dan Tipe) seperti berikut:⁵

a) Frekuensi

Lakukan 3-5 kali seminggu dengan teratur. Lebih baik bila selang sehari dipakai untuk istirahat memulihkan kembali ketegangan otot.

⁴ Harsono, Ilmu Melatih Olahraga. (Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan R.I, 1975), h. 25.

⁵Lany Sustrani, Syamsir Alam, dan Iwan Hadibroto, *op.cit.*, h. 52.

b) Intensitas

Pilih olahraga yang bersifat ringan hingga sedang yaitu yang menghasilkan 60-70 persen dari detak jantung maksimum atau MHR (*Maximum Heart Rate*). Perhitungannya adalah $(220 - \text{umur})$ dikalikan dengan faktor keamanan (60% - 70%)

Misalnya umur seseorang sekarang 50 tahun, maka MHR orang tersebut adalah $220 - 50 = 170$. Intensitas olahraga yang aman bagi orang tersebut adalah 102 (60% dari MHR) sampai 119 (70% dari MHR). Selama latihan diusahakan denyut jantung orang tersebut berkisar antara 102-119 kali per menit.

c) Tempo

Lamanya berolahraga adalah 30 sampai 60 menit. Waktu latihan bisa ditambah setiap dua minggu sesuai kemampuan individu.

d) Tipe

Jenis olahraga yang baik adalah aerobik yang bersifat daya tahan, karena dapat memperkuat otot jantung dan pembuluh darah. Misalnya jalan, jogging, bersepeda, dan berenang.

Diabetes merupakan gangguan metabolisme (*metabolic syndrome*) dari distribusi gula oleh tubuh. Penderita diabetes tidak bisa memproduksi insulin dalam jumlah yang cukup, atau tubuh tidak mampu menggunakan insulin secara efektif, sehingga terjadilah kelebihan gula di dalam darah.⁶

Fungsi insulin ialah mendorong gula dalam darah masuk ke dalam sel dan menyimpan gula yang berlebihan di hati (*lever*).⁷ Tanpa insulin atau jumlah insulin yang memadai, tubuh akan mengalami masalah serius. Gula yang berlebihan sebagai hasil dari pengambilan oleh sel yang tidak dapat disimpan di jaringan otot, akan tertahan di aliran darah, sehingga terjadilah kenaikan kadar gula darah. Tanda-tanda pasti dari diabetes adalah adanya kenaikan kadar gula darah yang lebih dari normal.

Tabel 2.1 Kadar gula darah normal menurut WHO

Kategori	Kadar Gula Darah
Puasa	72 – 126 mg/dl
Setelah makan	180 mg/dl
Malam hari	144 mg/dl

Sumber: <http://disehat.com/berapa-kadar-gula-darah-normal-menurut-who/>

⁶ Lany Sustrani, Syamsir Alam, dan Iwan Hadibroto, *op.cit.*, h. 13.

⁷ Ade Tobing, B. Mahendra, Boy Z. A. Alting, Diah Krisnatuti, *Care Your Self Diabetes Mellitus*. (Jakarta: Penebar Plus, 2008), h. 13.

Pada penderita diabetes dimana terdapat kadar gula dalam darah yang berlebih, hal tersebut akan menyebabkan viskositas atau kekentalan darah menjadi tinggi. Kejadian tersebut tentunya akan menghambat aliran darah, salah satunya ialah aliran darah yang menuju kaki. Terhambatnya aliran darah yang menuju kaki nantinya akan menimbulkan komplikasi dari penyakit diabetes yaitu komplikasi kaki diabetik. Komplikasi ini harus dihindari demi mencegah terjadinya amputasi kaki.

Gaya hidup sehat dapat mengurangi resiko terkena komplikasi penyakit diabetes. Olahraga dan diet adalah kombinasi yang ampuh untuk mengontrol diabetes. Selain dapat mengontrol gula darah (karena membuat insulin bekerja lebih efektif), olahraga juga membantu menurunkan berat badan, memperkuat jantung, dan mengurangi stress. Penyembuhan yang paling efektif untuk neuropati diabetik adalah dengan melakukan berbagai jenis latihan yang memacu kardio vaskular seperti senam kaki, aerobik dan latihan beban.⁸

Menurut Soebagio senam kaki merupakan latihan yang dilakukan bagi penderita DM atau bukan penderita untuk mencegah terjadinya luka dan

⁸ Rudi Ksumajaya Semendawai, *Pengaruh Latihan Fisik Senam Kaki Terhadap Efektifitas Fungsi Sensori Di Daerah Telapak Kaki Pada Penderita Diabetes Militus Di Puskesmas Kedung Mundu Kota Semarang Jawa Tengah*. (Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang, 2013).

membantu melancarkan peredaran darah bagian kaki.⁹ Gerakan senam kaki digolongkan sebagai salah satu jenis senam ringan. Gerakanya ditujukan untuk memperlancar peredaran darah pada bagian kaki

Menurut Wibisono latihan senam kaki dapat diberikan kepada seluruh penderita Diabetes Melitus dengan tipe 1 maupun 2, sebagai tindakan pencegahan dini untuk komplikasi seperti neuropati diabetik dan luka gangren.¹⁰ Senam kaki dapat membantu memperbaiki sirkulasi darah, memperkuat otot-otot kecil kaki, mencegah terjadinya kelainan bentuk kaki (deformitas), dan mengatasi keterbatasan gerak sendi (*limitation of joint mobility*). Latihan senam kaki dapat dilakukan setiap hari dan secara teratur, sambil santai di rumah bersama keluarga, juga waktu kaki terasa dingin lakukan senam ulang.¹¹

Latihan senam kaki ini dapat dilakukan dengan posisi berdiri, duduk, dan tidur dengan cara menggerakkan kaki dan sendi-sendi kaki. Gerakanya dapat berupa gerakan menekuk, meluruskan, mengangkat, memutar keluar atau kedalam, dan mencengkram pada jari-jari kaki. Gerakan pada senam kaki

⁹ Soebagio, *Inovasi Keperawatan Senam Kaki Pada Pasien Ulkus Diabetikum Di Rsud Cengkareng*, Esa Unggul Digital Library, <http://digilib.esaunggul.ac.id/public/UEU-Undergraduate-5931-LAMPIRAN.pdf> (diakses 31 Maret 2016)

¹⁰ Sigit Priyanto, *Pengaruh Senam Kaki Terhadap Sensitivitas Kaki Dan Kadar Gula Darah Pada Agregat Lansia Diabetes Melitus Di Magelang.* (Universitas Indonesia: 2012), h.7.

¹¹ Sidartawan Soegondo dkk, *Penatalaksanaan Diabetes Melitus Terpadu.* (Jakarta: Balai Penerbit FK UI, 2004), h. 291.

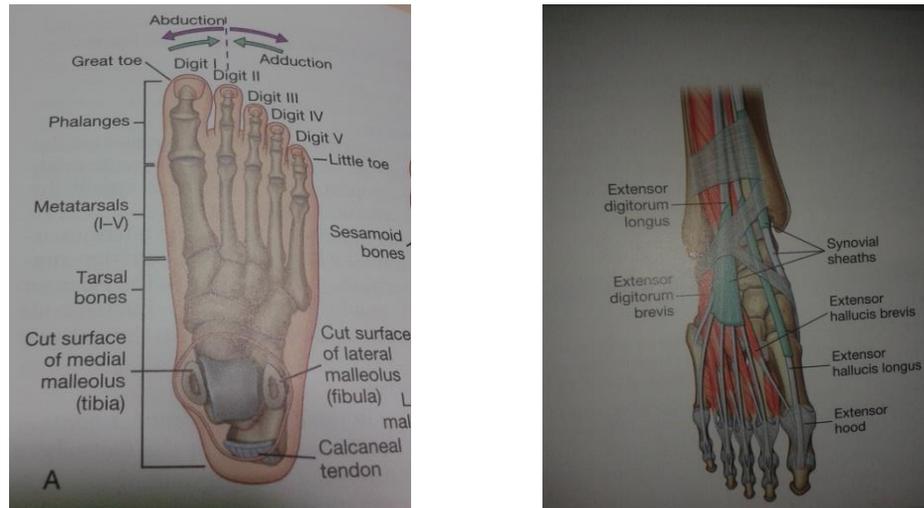
yang tidak terlalu sulit untuk dilakukan dan bisa dilakukan dengan posisi duduk tentunya senam kaki ini bisa dilakukan setiap hari secara teratur.

Indikasi dari senam kaki ini dapat diberikan kepada seluruh penderita diabetes mellitus tipe 1 maupun 2. Namun sebaiknya diberikan semenjak pasien terdiagnosa menderita diabetes mellitus sebagai tindakan pencegahan dini. Senam kaki ini juga dikontraindikasi pada pasien yang mengalami perubahan fungsi fisiologis seperti dispnea dan nyeri dada. Selain itu kaji keadaan umum dan keadaan pasien apakah layak untuk melakukan senam kaki tersebut.

Tentunya dalam hal ini latihan fisik senam kaki harus disiplin dan rutin dilaksanakan oleh individu. Jadikan olah raga sebagai kebiasaan hidup bukan hobi atau ingin cepat sembuh semata karena dengan frekuensi yang lama sangat berpengaruh bagi kebugaran tubuh dan tentunya dapat menyembuhkan neuropati diabetik dan penyakit lainnya.

Kaki merupakan daerah distal ekstremitas bawah ke sendi pergelangan kaki. Bagian tersebut dibagi ke dalam pergelangan kaki, metatarsus, dan jari. Kelima jari tersebut terdiri dari jari kaki medial yang merupakan ibu jari dan empat jari lateral dengan jari kelingking kaki sebagai akhirnya. Terdapat tiga kelompok tulang di kaki yaitu tujuh tulang *tarsal* yang membentuk kerangka-kerangka untuk pergelangan kaki, *metatarsal*, dan *phalanges* yang

merupakan tulang jari-jari kaki. Masing-masing jari kaki memiliki tiga *phalanges* kecuali ibu jari yang memiliki dua.¹²



Gambar 2.1. Tulang-tulang pada bagian kaki dan otot pada permukaan superior kaki.

Sumber: Richard L. Drake, A. Wayne Vogl, dan Adam W.M. Mitchell, *Basic Anatomy*. (Kanada: Elsevier, 2012), h. 316.

Kaki memiliki permukaan superior (*dorsum of foot*) dan permukaan inferior (*sole*). Pada bagian dorsal kaki terdapat dua otot yaitu ekstensor digitorum brevis dan ekstensor halucis brevis, sedangkan untuk otot-otot di bagian plantar kaki disusun menjadi empat lapisan.¹³

¹² Richard L. Drake, A. Wayne Vogl, dan Adam W.M. Mitchell, *Basic Anatomy*. (Kanada: Elsevier, 2012), h. 315-316.

¹³ *Ibid.*, h. 329.

a) Lapisan pertama

Terdapat tiga komponen di lapisan pertama otot, yang paling dangkal dari empat lapisan di telapak. Otot ini adalah *abductor halucis*, *fleksor digitorum brevis*, dan *abductor digiti minimi*.

b) Lapisan kedua

Lapisan otot kedua di telapak kaki berhubungan dengan tendon dari otot *fleksor digitorum longus* yang melewati lapisan ini dan terdiri dari *quadratus plantae* dan empat otot *lumbrical*.

c) lapisan ketiga

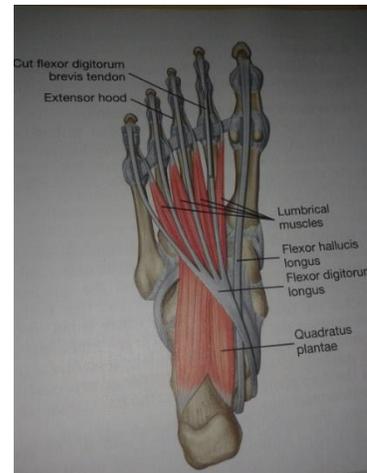
Terdapat tiga otot di lapisan ketiga di telapak kaki. *fleksor halucis brevis* dan *adduktor halucis* yang berhubungan dengan ibu jari dan *fleksor digiti minimi brevis* yang berhubungan dengan jari kelingking kaki.

d) Lapisan keempat

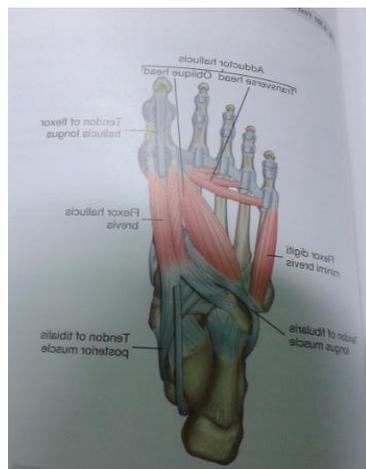
Terdapat dua kelompok otot di lapisan otot terdalam di telapak kaki yaitu *dorsal* dan *plantar interossei*.



a



b



c



d

Gambar 2.2. Otot-otot pada bagian plantar kaki (a. lapisan pertama b. lapisan kedua c. lapisan ketiga d. lapisan keempat)

Sumber: Richard L. Drake, A. Wayne Vogl, dan Adam W.M. Mitchell, *Basic Anatomy*. (Kanada: Elsevier, 2012), h. 331.

Untuk melaksanakan latihan senam kaki dapat mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:¹⁴

- 1) Posisi awal pasien duduk tegak diatas bangku dengan kaki menyentuh lantai. Pasien duduk diatas kursi.
- 2) Dengan tumit yang diletakkan dilantai, gerakan jari-jari kedua belah kaki seperti cakar ayam sebanyak 10 kali. Tumit kaki di lantai dan jari-jari kaki diluruskan ke atas

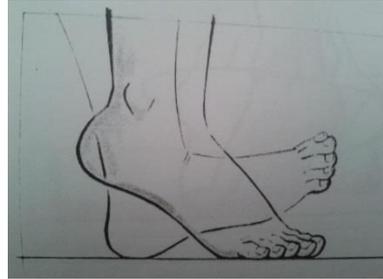


Gambar 2.3. Gerakan 1 senam kaki

Sumber : Sidartawan Soegondo dan Kartini Sukardji, *Hidup Secara Mandiri dengan Diabetes Mellitus Kencing Manis Sakit Gula*. (Jakarta: Balai Penerbit FK UI, 2008), h. 136.

- 3) Angkat ujung kaki, tumit tetap diletakan di atas lantai, kemudian turunkan ujung kaki kemudian angkat tumit dan turunkan kembali. Lakukan gerakan sebanyak 10 kali.

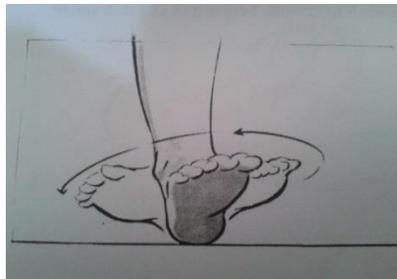
¹⁴ Sidartawan Soegondo dan Kartini Sukardji, *Hidup Secara Mandiri dengan Diabetes Mellitus Kencing Manis Sakit Gula*. (Jakarta: Balai Penerbit FK UI, 2008), h. 136.



Gambar 2.4. Gerakan 2 senam kaki

Sumber : Sidartawan Soegondo dan Kartini Sukardji, *Hidup Secara Mandiri dengan Diabetes Mellitus Kencing Manis Sakit Gula*. (Jakarta: Balai Penerbit FK UI, 2008), h. 137.

- 4) Angkat kedua ujung kaki. Putar kaki pada pergelangan kaki ke arah samping. Turunkan kembali ke lantai dan gerakan ke arah tengah. Lakukan gerakan sebanyak 10 kali.



Gambar 2.5. Gerakan 3 senam kaki

Sumber : Sidartawan Soegondo dan Kartini Sukardji, *Hidup Secara Mandiri dengan Diabetes Mellitus Kencing Manis Sakit Gula*. (Jakarta: Balai Penerbit FK UI, 2008), h. 137.

- 5) Angkat kedua tumit. Putar kedua tumit ke arah samping. Turunkan kembali ke lantai dan gerakan ke tengah. Lakukan gerakan sebanyak 10 kali.



Gambar 2.6. Gerakan 4 senam kaki

Sumber : Sidartawan Soegondo dan Kartini Sukardji, *Hidup Secara Mandiri dengan Diabetes Mellitus Kencing Manis Sakit Gula*. (Jakarta: Balai Penerbit FK UI, 2008), h. 138.

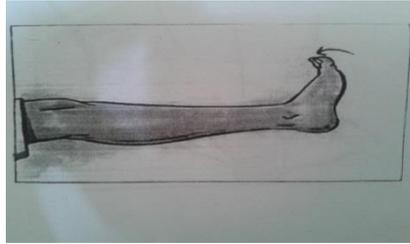
- 6) Angkat salah satu lutut kaki, dan luruskan. Lalu gerakan jari-jari kaki kedepan kemudian turunkan kembali secara bergantian ke kiri dan ke kanan. Ulangi gerakan ini sebanyak 10 kali.



Gambar 2.7. Gerakan 5 senam kaki

Sumber : Sidartawan Soegondo dan Kartini Sukardji, *Hidup Secara Mandiri dengan Diabetes Mellitus Kencing Manis Sakit Gula*. (Jakarta: Balai Penerbit FK UI, 2008), h. 138.

- 7) Luruskan salah satu kaki diatas lantai kemudian angkat kaki tersebut dan gerakkan ujung jari-jari kaki kearah wajah lalu turunkan kembali kelantai.



Gambar 2.8. Gerakan 6 senam kaki

Sumber : Sidartawan Soegondo dan Kartini Sukardji, *Hidup Secara Mandiri dengan Diabetes Mellitus Kencing Manis Sakit Gula*. (Jakarta: Balai Penerbit FK UI, 2008), h. 139.

- 8) Angkat kedua kaki lalu luruskan. Ulangi sama seperti pada langkah ke-8, namun gunakan kedua kaki kanan dan kiri secara bersamaan. Ulangi gerakan tersebut sebanyak 10 kali.



Gambar 2.9. Gerakan 7 senam kaki

Sumber : Sidartawan Soegondo dan Kartini Sukardji, *Hidup Secara Mandiri dengan Diabetes Mellitus Kencing Manis Sakit Gula*. (Jakarta: Balai Penerbit FK UI, 2008), h. 139.

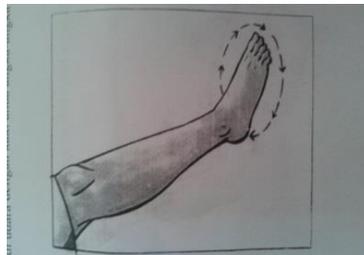
- 9) Angkat kedua kaki dan luruskan, pertahankan posisi tersebut. Kemudian gerakan pergelangan kaki kedepan dan kebelakang.



Gambar 2.10. Gerakan 8 senam kaki

Sumber : Sidartawan Soegondo dan Kartini Sukardji, *Hidup Secara Mandiri dengan Diabetes Mellitus Kencing Manis Sakit Gula*. (Jakarta: Balai Penerbit FK UI, 2008), h. 140.

- 10) Luruskan salah satu kaki dan angkat, lalu putar kaki pada pergelangan kaki, lakukan gerakan seperti menulis di udara dengan kaki dari angka 0 hingga 9 lakukan secara bergantian. Kaki diluruskan dan diangkat.



Gambar 2.11. Gerakan 9 senam kaki

Sumber : Sidartawan Soegondo dan Kartini Sukardji, *Hidup Secara Mandiri dengan Diabetes Mellitus Kencing Manis Sakit Gula*. (Jakarta: Balai Penerbit FK UI, 2008), h. 140.

- 11) Letakkan selembar koran dilantai. Kemudian bentuk kertas koran tersebut menjadi seperti bola dengan kedua belah kaki. Buka kembali bola tersebut menjadi lembaran seperti semula

menggunakan kedua belah kaki. Robek koran menjadi 2 bagian, lalu pisahkan kedua bagian koran tersebut.

Sebagian koran di sobek-sobek menjadi kecil-kecil dengan kedua kaki. Kemudian pindahkan kumpulan sobekan-sobekan tersebut dengan kedua kaki lalu letakkan sobekkan kertas pada bagian kertas yang utuh tadi. Lalu bungkus semua sobekan-sobekan tadi dengan kedua kaki menjadi bentuk bola. Gerakan ini hanya dilakukan sekali saja.



Gambar 2.12. Gerakan 10 senam kaki

Sumber : Sidartawan Soegondo dan Kartini Sukardji, *Hidup Secara Mandiri dengan Diabetes Mellitus Kencing Manis Sakit Gula*. (Jakarta: Balai Penerbit FK UI, 2008), h. 141.

2. Hakikat Peningkatan Aliran Darah Kaki Pada Lansia Penderita Diabetes

Keadaan hiperglikemia yang terus menerus yang dialami lansia penderita diabetes akan mempunyai dampak pada kemampuan pembuluh darah untuk berkontraksi dan relaksasi berkurang. Hal ini menyebabkan sirkulasi darah tubuh menurun, terutama kaki. Berdasarkan pemeriksaan yang dilakukan oleh dokter, didapatkan bahwa denyut nadi kaki tidak teraba dan ini berarti

bahwa pembuluh darah yang besar (arteri) di kaki menyempit atau tersumbat.¹⁵

Sirkulasi darah pada dasarnya merupakan suatu proses peredaran darah yang melibatkan jantung, darah dan pembuluh darah untuk bisa mengalirkan darah ke seluruh organ-organ tubuh. Fungsi dari sirkulasi ialah untuk memenuhi kebutuhan jaringan tubuh, untuk mentranspor zat makanan ke jaringan tubuh, untuk mentranspor produk-produk yang tidak berguna, untuk menghantarkan hormon dari satu bagian tubuh ke bagian tubuh lain, dan untuk memelihara lingkungan didalam seluruh cairan jaringan tubuh agar sel bisa bertahan hidup dan berfungsi secara optimal.¹⁶

Komponen terpenting dalam proses sirkulasi darah ialah jantung. Jantung merupakan gumpalan otot yang dapat memompa darah ke seluruh jaringan arteri pada setiap jaringan tubuh.¹⁷ Ukuran jantung adalah sebesar genggam tangan kanan. Jantung terdiri dari empat ruangan yaitu atrium dextra, atrium sinistra, ventrikel dextra dan ventrikel sinistra. Atrium berfungsi sebagai ruang untuk mengumpulkan darah sedangkan ventrikel berfungsi sebagai ruang yang mengeluarkan darah dari jantung.

Darah adalah suatu jaringan tubuh yang terdapat di pembuluh darah yang berbentuk cair dan berwarna merah. Warna merah mengindikasikan bahwa

¹⁵ Sidartawan Soegondo dan Kartini Sukardji, *op.cit.*, h. 135.

¹⁶ Guyton dan Hall, *Buku ajar Fisiologi Kedokteran Edisi 11*. (Jakarta: Penerbit buku Kedokteran EGC, 2006), h. 167.

¹⁷ Ulfa Nurfahmi, *Stop Hipertensi*. (Yogyakarta: Familia, 2012), h. 5.

oksigen yang ada di dalamnya banyak, sedangkan bila karbondioksida yang ada di dalam darah tersebut banyak maka warna merah tersebut menjadi merah tua. Darah merupakan kendaraan atau medium untuk transportasi berbagai nutrisi ke seluruh tubuh. Darah berfungsi dalam mengangkut oksigen, zat gizi dan sisa hasil metabolisme dari jantung keseluruh tubuh dan kembali lagi ke jantung.¹⁸

Darah yang yang dipompa oleh jantung nantinya akan dialirkan ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah. Pembuluh-pembuluh ini sangat elastis dan bisa membawa darah kesetiap ujung organ dalam tubuh kita. Pembuluh darah berperan dalam mengedarkan darah yang mengangkut oksigen, zat gizi, dan pembuangan sisa metabolisme.

Menurut Guyton dan Hall aliran darah adalah jumlah darah yang mengalir melalui suatu titik tertentu di sirkulasi dalam periode waktu tertentu. Aliran darah yang melalui pembuluh darah ditentukan oleh dua faktor yaitu perbedaan tekanan darah diantara kedua ujung pembuluh terkadang juga disebut gradient tekanan dan rintangan bagi aliran darah yang melalui pembuluh yang disebut resistensi pembuluh darah.¹⁹

Tekanan darah penting untuk mengalirkan darah dalam lingkaran sirkulasi. Tekanan dalam suatu pembuluh darah merupakan tekanan yang bekerja terhadap dinding pembuluh tersebut. Tekanan ini berusaha

¹⁸ Giri Wiarto, *Fisiologi dan Olahraga*.(Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013), h. 29.

¹⁹ Guyton dan Hall, *Buku ajar Fisiologi Kedokteran Edisi 11*. (Jakarta: Penerbit buku Kedokteran EGC, 2006), h. 170.

melebarkan pembuluh darah karena semua pembuluh darah memang dapat dilebarkan.²⁰

Tahanan dapat dikatakan sama dengan gesekan, karena gesekan antara darah dan dinding pembuluh darah dapat menghambat aliran. Besar tahanan bergantung pada panjang pembuluh, diameter pembuluh, dan viskositas darah.²¹

a) Efek panjang pembuluh terhadap tahanan pada aliran darah

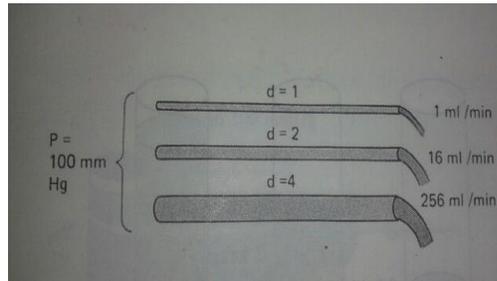
Makin panjang pembuluh makin luas permukaan pembuluh darah yang harus dialiri darah, sebagai akibatnya semakin besar gesekan antara darah dan pembuluh darah. Karena hal inilah tahanan terhadap aliran darah berbanding lurus dengan panjang pembuluh.

b) Efek diameter pembuluh terhadap tahanan pada aliran darah

Cairan yang mengalir didalam pembuluh akan mengalami hambatan terutama yang mengalir berdekatan dengan dinding pembuluh darah. Berdasarkan hal tersebut kecepatan aliran darah di tengah pembuluh sangat besar sedangkan kecepatan sepanjang dinding pembuluh sangat rendah. Makin besar diameter pembuluh makin cepat aliran darah di bagian tengah. Efek ini akan menyebabkan jumlah total darah yang melalui pembuluh akan meningkat secara nyata. Sekalipun perubahan diameter pembuluh kecil akan berpengaruh besar terhadap aliran darah ke berbagai tempat.

²⁰ Arthur C. Guyton, *Fisiologi Tubuh Manusia*. (Jakarta: Binarupa Aksara, 1994), h. 293.

²¹ *Ibid.*, h. 295.



Gambar 2.13 Efek diameter pembuluh darah terhadap aliran darah
 Sumber: Arthur C. Guyton, *Fisiologi Tubuh Manusia*. (Jakarta: Binarupa Aksara, 1994), h. 296.

c) Efek viskositas terhadap tahanan aliran darah

Makin pekat cairan yang mengalir di pembuluh, makin besar gesekannya dengan dinding pembuluh, akibatnya semakin besar tahananannya. Faktor terpenting yang menentukan viskositas darah ialah konsentrasi sel darah merah. Viskositas darah normal adalah tiga kali air.

Kecepatan aliran darah yang melewati sebagian besar jaringan dikendalikan oleh respon dari kebutuhan jaringan terhadap zat makanan. Jantung dan sirkulasi selanjutnya dikendalikan untuk memenuhi curah jantung dan tekanan arteri yang sesuai agar aliran darah yang mengalir di jaringan sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan.²²

Pengaturan aliran darah di dalam suatu jaringan dibagi dalam dua fase yaitu:²³

²² Guyton dan Hall, *op.cit.*, h. 167.

²³ *Ibid.*, h. 205.

a. Pengaturan akut

Pengaturan akut dicapai melalui perubahan cepat pada vasodilatasi atau vasokonstriksi arteriol, metarteriol, dan sfingfer prekapiler setempat yang terjadi dalam waktu beberapa detik sampai beberapa menit agar dapat dengan cepat mempertahankan aliran darah jaringan setempat yang memadai.

Kenaikan metabolisme sampai delapan kali keadaan normal akan meningkatkan aliran darah kira-kira empat kali lipat secara akut. Terdapat dua teori dasar untuk pengaturan aliran darah lokal yang terjadi ketika kecepatan metabolisme jaringan berubah. Kedua teori tersebut yaitu teori vasodilator dan teori kekurangan oksigen.

Menurut teori vasodilator makin cepat metabolisme atau makin kurang penyediaan oksigen, makin besar kecepatan pembentukan zat vasodilator di dalam sel jaringan tersebut. Zat vasodilator kemudian berdifusi ke springfer prekapiler, metarteriol, dan arteriol untuk menimbulkan vasodilatasi.

Pada teori kekurangan oksigen atau lebih tepatnya teori kekurangan zat nutrisi, oksigen dan zat nutrisi lainnya diperlukan untuk menimbulkan kontraksi otot vascular. Oleh karena itu jika oksigen dan zat nutrisi tidak cukup tersedia pembuluh darah akan mengalami relaksasi dan secara alamiah akan berdilatasi.

b. Pengaturan jangka panjang

Meskipun pengaturan aliran darah lokal bekerja dalam waktu beberapa detik sampai beberapa menit setelah kondisi jaringan tersebut berubah, aliran darah biasanya hanya disesuaikan sekitar tiga perempat dari kebutuhan tambahan jaringan yang sebenarnya. Untuk itu pengaturan aliran darah local muncul sebagai tambahan terhadap pengaturan akut. Pengaturan jangka panjang berarti perubahan aliran yang lambat dan terkontrol selama sehari-hari, berminggu-minggu, atau bahkan berbulan-bulan. Pengaturan jangka panjang ini menghasilkan pengaturan yang lebih baik terhadap aliran yang sesuai dengan kebutuhan jaringan.

Gangguan aliran darah pada kaki dapat dideteksi dengan mengukur *ankle brachial index* (ABI). *Ankle brachial index* (ABI) merupakan pemeriksaan non invasive pembuluh darah yang berfungsi untuk mengetahui adanya obstruksi di vaskuler perifer bawah. Ankle Brachial Index diukur dengan mencari rasio tekanan sistolik di kaki dibagi tekanan sistolik di lengan. Tekanan sistolik diukur pada kedua lengan kemudian nilai yang lebih tinggi yang akan digunakan. Setelah mengukur tekanan sistolik lengan, ukur tekanan darah sistolik arteri dorsalis pedis dan arteri tibialis posterior. Tekanan darah sistolik tertinggi yang akan digunakan sebagai tekanan darah sistolik pada kaki.²⁴

²⁴ Biltinova Arum Miranti, *Perbedaan Ankle Brachial Index (ABI) Pada Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2 Obese dan Normal Weight di RSUD Dr. Moewardi*, (Surakarta: Universitas Sebelas Maret, 2013), h. 6-7

Pemeriksaan ABI sangat murah, mudah dilakukan dan mempunyai sensitivitas yang cukup baik sebagai marker adanya insufisiensi arterial. Pemeriksaan ABI dilakukan seperti kita mengukur tekanan darah menggunakan manset tekanan darah. Dalam keadaan normal tekanan sistolik di tungkai bawah (*ankle*) sama atau sedikit lebih tinggi dibandingkan tekanan darah sistolik lengan atas (*brachial*). ABI dihitung berdasarkan rasio tekanan sistolik *ankle* dibagi tekanan sistolik *brachial*.²⁵

Tabel 2.2 Interpretasi nilai *Angkle Brachial Indexs (ABI)*

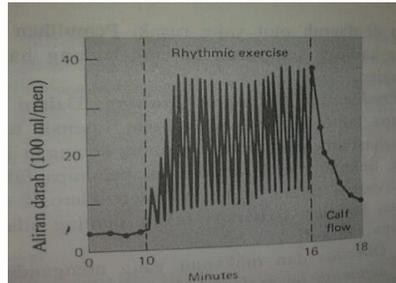
> 0,9	Normal
0,71–0,90	Terjadi iskemia ringan
0,41–0,70	Obstruksi vaskuler sedang
0,00–0,40	Obstruksi vaskuler berat

Sumber: JB Suharjo B Cahyono, *Dexa Media Jurnal Kedokteran dan Farmasi*. (Jakarta: Dexa Media, 2007), h. 105.

Gerakan senam kaki berfokus pada aktifitas kerja kaki dengan cara mengkontraksikan otot-otot yang berada di kaki. Selama aktifitas otot menggunakan banyak oksigen dan dengan demikian menurunkan kadarnya dalam cairan jaringan. Selanjutnya hal ini mengakibatkan vasodilatasi karena dinding pembuluh darah tidak dapat mempertahankan kontraksinya tanpa

²⁵ JB Suharjo B Cahyono, *Dexa Media Jurnal Kedokteran dan Farmasi*. (Jakarta: Dexa Media, 2007), h. 105.

oksigen, atau karena defisiensi oksigen menyebabkan keluarnya zat-zat yang mengakibatkan vasodilatasi.²⁶



Gambar 2.14 Efek kerja otot terhadap aliran darah dalam betis waktu kontraksi kuat dan ritmik

Sumber: Arthur C. Guyton, *Fisiologi Tubuh Manusia*. (Jakarta: Binarupa Aksara, 1994), h. 308.

Tiga hal penting terjadi selama olahraga bagi sistem sirkulasi untuk meyuplai darah yang begitu banyak yang diperlukan oleh otot yaitu:²⁷

a) Pelepasan implus simpatis secara masif

Pada permulaan olahraga sinyal tidak hanya dikirim dari otak ke otot agar berkontraksi, tetapi juga dari tingkat otak yang lebih tinggi ke pusat vasomotor di medulla oblongata. Akibat dari hal tersebut terjadi dua akibat penting terhadap sirkulasi. Pertama, jantung dirangsang sehingga frekuensi jantung dan kekuatan kontraksi sangat meningkat. Kedua, pembuluh darah perifer mengalami kontraksi hebat kecuali pembuluh-pembuluh dalam otot

²⁶ Arthur C. Guyton, *op.cit.*, h. 308.

²⁷ *Ibid.*, h. 309.

yang sedang aktif yang mengalami vasodilatasi hebat akibat zat vasodilatator setempat.

Dalam hal ini jantung dirangsang untuk menyuplai kebutuhan darah otot yang meningkat, sedangkan aliran darah ke tempat-tempat yang bukan otot untuk sementara dikurangi, dan dengan demikian untuk sementara waktu darah lebih banyak dialirkan ke otot.

b) Peningkatan curah jantung

Peningkatan curah jantung terjadi selama olahraga sebagai akibat dari vasodilatasi hebat dari otot-otot yang sedang aktif. Vasodilatasi setempat akan meningkatkan pengembalian darah vena ke jantung. Selanjutnya jantung segera memompakan darah ekstra tersebut agar kembali ke otot. Jadi derajat vasodilatasi di otot-otot itu sendiri yang menentukan derajat peningkatan curah jantung sampai batas kemampuan jantung.

c) Peningkatan tekanan arteri

Pelepasan implus saraf simpati secara masif ke seluruh tubuh selama kerja dan efek konstriksi dari kebanyakan pembuluh darah kecuali yang berada dalam otot yang aktif, hampir selalu meningkatkan tekanan arteri selama kerja. Peningkatan ini bisa hanya 20 mmhg atau sampai 80 mmhg, bergantung pada keadaan pada waktu olahraga itu dilaksanakan.

Peningkatan tekanan arteri tidak hanya mendorong darah agar melewati otot tetapi juga menyebabkan dilatasi pembuluh darah, maka kenaikan tekanan yang hanya sebesar 20 sampai 40 mmhg dapat melipat gandakan aliran darah.

Menurut R. Radiopoetro volume semenit yang meningkat dan vasokonstriksi arteriola menimbulkan kenaikan tekanan darah, sehingga tidak hanya lebih banyak darah yang mengalir ke otot yang sedang mengalami kontraksi, namun darah juga lebih cepat dialirkan ke daerah otot yang sedang bekerja.²⁸

B. Kerangka Berpikir

Diabetes merupakan penyakit kronik yang ditandai dengan peningkatan kadar gula darah diatas normal. Sebagian besar penderita diabetes terdiagnosa pada keadaan lanjut. Pada keadaan lanjut ini biasanya telah terjadi komplikasi pada ginjal, mata, jantung, dan pembuluh darah. Komplikasi menahun dari diabetes melitus, salah satunya adalah kelainan pada kaki diawali dengan terjadinya gangguan sensitivitas yang disebut sebagai komplikasi kaki diabetik.

Komplikasi pada kaki sebenarnya dapat dicegah dengan melakukan pola hidup sehat. Upaya yang perlu dilakukan adalah dengan mengendalikan

²⁸Giri Wiarto, *op.cit.*, h. 43.

makan dan berolahraga. Salah satu olahraga yang dianjurkan bagi penderita diabetes yaitu senam kaki. Olahraga senam kaki ini cukup mudah untuk dilakukan. Tidak memerlukan ruangan yang luas, hanya dengan satu kursi dan selebar kertas koran saja kita sudah bisa melakukan olahraga ini.

Senam kaki bermanfaat memperbaiki sirkulasi darah sehingga nutrisi ke jaringan lebih lancar, memperkuat otot-otot kecil kaki serta mengatasi keterbatasan gerak sendi yang sering dialami oleh penderita diabetes mellitus. Kegiatan olahraga yang dilakukan khusus pada kaki yaitu senam kaki, dimana gerakannya dapat mencapai hingga tumit dan ujung jari kaki, maka fungsi-fungsi sirkulasi, metabolisme, pengaturan hormonal, dan susunan saraf akan lebih baik.

Gerakan senam kaki berfokus pada aktifitas kerja kaki dengan cara mengkontraksikan otot-otot yang berada di kaki. Pelepasan implus saraf simpati secara masif ke seluruh tubuh selama kerja dan efek kontriksi dari kebanyakan pembuluh darah kecuali yang berada dalam otot yang aktif hampir selalu meningkatkan tekanan arteri selama kerja. Peningkatan ini bisa hanya 20 mmhg atau sampai 80 mmhg. Peningkatan tekanan arteri tidak hanya mendorong darah agar melewati otot tetapi juga menyebabkan dilatasi pembuluh darah, maka kenaikan tekanan yang hanya sebesar 20 sampai 40 mmhg dapat melipat gandakan aliran darah.

3. Pengajuan Hipotesis

Berdasarkan kerangka teoretis dan kerangka berpikir yang telah dituliskan, maka dalam penelitian ini dapat diajukan suatu hipotesis bahwa latihan senam kaki berpengaruh terhadap peningkatan aliran darah di kaki pada lansia penderita diabetes.