

BAB 2

TINJAUAN TEORI

2.1 Sirkulasi Perifer pada Diabetes Melitus

2.1.1 Definisi Sirkulasi Perifer

Perfusi jaringan perifer merupakan suatu kondisi dimana seseorang mengalami atau kemungkinan besar akan mengalami penurunan aliran darah ke jaringan perifer (Goesalosna D et al., 2019). Berkurangnya aliran darah ke perifer merupakan gejala tidak efektifnya perfusi jaringan perifer, sehingga dapat mengganggu metabolisme dan kesehatan secara umum (Nanda, 2018). *Peripheral Artery Disease* (PAD) adalah penyakit yang menyebabkan gangguan aliran darah di arteri, terutama mengakibatkan iskemia ekstremitas kronis. Penyakit arteri perifer telah diidentifikasi sebagai salah satu dari 100 prioritas utama untuk penelitian efektivitas komparatif karena tingginya morbiditas dan mortalitas (Sirait & Mustofa, 2021).

Penyakit arteri perifer dikaitkan dengan risiko tinggi komplikasi vaskular seperti *infark miokard*, stroke, demensia vaskular, penyakit *renovascular*, penyakit usus, bahkan kematian (Sirait & Mustofa, 2021). Penderita diabetes melitus yang memiliki penyakit arteri perifer mengalami aliran darah ke jaringan perifer yang tidak efektif sehingga menimbulkan rasa kesemutan yang berhubungan dengan penurunan sirkulasi darah tepi (Permata & Musta'in, 2019). Hal ini disebabkan oleh penurunan kadar oksigen darah sehingga mempersulit sel dan jaringan untuk mendapatkan nutrisi dan oksigen. Kemudian disebabkan oleh peningkatan kekentalan darah akibat hiperglikemia (Nadrati et al., 2020; Permata & Musta'in, 2019).

2.1.2 Faktor - Faktor yang Mempengaruhi Sirkulasi Perifer Penderita Diabetes Melitus

2.1.2.1 Jenis Kelamin

Jenis kelamin dapat mempengaruhi terjadinya neuropati diabetik. Secara hormonal, estrogen meningkatkan kemungkinan wanita mengalami gangguan neurologis. Hal ini disebabkan penyerapan anion di usus terhambat dan proses mielinisasi saraf tidak selesai (Mildawati et al., 2019).

2.1.2.2 Usia

Faktor risiko diabetes, khususnya diabetes melitus tipe 2 sering muncul pada usia 40 hingga 70 tahun, dan usia dikaitkan dengan peningkatan kadar gula darah, sehingga prevalensi diabetes melitus meningkat seiring bertambahnya usia. Proses penuaan, yang terjadi sejak usia tiga puluh tahun menyebabkan perubahan fungsi anatomi, fisiologis dan biokimia. Salah satu komponen tubuh yang mengalami perubahan adalah sel beta pankreas yang menghasilkan glukosa dan hormon lain yang dapat mempengaruhi kadar gula darah. Seiring bertambahnya usia, penyerapan glukosa meningkat dan kemampuan sel pankreas memproduksi insulin menurun. Selain itu, aktivitas mitokondria menurun pada lansia sehingga menyebabkan peningkatan kadar lemak, resistensi insulin, dan peningkatan kadar gula darah (Sari D.P & Dayaningsih D, 2021).

2.1.2.3 Lama Menderita Diabetes Melitus

Kadar gula darah menurun lebih signifikan dibandingkan orang yang menderita diabetes melitus selama 5 tahun dengan memiliki rata-rata kadar gula darah 250mg/dL atau lebih tinggi dan pengobatan yang sudah lama maka kinerja pankreas semakin berkurang. Hal ini dapat mengakibatkan iskemia, peningkatan gula darah, kerusakan pembuluh darah pada kaki, *peripheral artery disease*, dan penurunan aliran darah tepi (Sari D.P & Dayaningsih D, 2021).

2.1.2.4 Pola Makanan

Pola makan yang mengandung tinggi lemak, garam, dan gula bila dikonsumsi secara berlebihan, serta makanan *fast food* saat ini yang sangat digemari sebagian orang akan berdampak buruk bagi kadar gula darah (Imelda, 2019).

2.1.3 Tanda - Tanda Sirkulasi Perifer Menurun

Hasil studi pendahuluan Nadrati et al., (2020) yang diperoleh dari observasi dan wawancara, diketahui bahwa penderita diabetes melitus melaporkan adanya rasa

nyeri, mati rasa, dan kulit kaki menghitam. Tanda dan gejala ini merupakan indikasi penyakit pembuluh darah. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa sirkulasi perifer ekstremitas bawah yang bertugas mengisi suplai darah terganggu atau terhambat, sehingga mengakibatkan proses penyembuhan luka tertunda (Mataputun R. D et al., 2020). Selain itu, pengukuran *Ankle Brachial Index* (ABI) merupakan penanda yang dapat mengidentifikasi adanya penurunan sirkulasi perifer pada ekstremitas bawah seperti tungkai (Mataputun R. D et al., 2020).

2.1.4 Pengukuran Sirkulasi Perifer

2.1.4.1 Definisi *Ankle Brachial Index*

Nilai *Ankle Brachial Index* (ABI) dapat digunakan untuk mengidentifikasi gangguan sirkulasi perifer. ABI adalah tes yang disarankan oleh *American Diabetes Federation* (ADA) untuk menilai kesehatan pembuluh darah kaki. Obstruksi sirkulasi perifer pada ekstremitas bawah dapat dievaluasi dengan pemeriksaan ABI. ABI adalah perbandingan tekanan darah sistolik yang diukur pada arteri *posterior tibial* pada pergelangan kaki, dibandingkan dengan tekanan darah sistolik arteri *brachialis* yang diukur pada lengan penderita diabetes melitus dalam posisi terlentang. Interpretasi diagnostik menunjukkan bahwa rasio ABI yang rendah dikaitkan dan risiko kelainan vaskular yang lebih tinggi. *Kalsinosis vascular* dapat mengakibatkan nilai ABI lebih besar dari 1,2 serta penderita diabetes melitus dengan *stenosis aortoiliac* juga dapat mengalami ABI (Decroli Eva, 2019).

Ankle Brachial Index (ABI) adalah penilaian pembuluh darah non-invasif yang digunakan untuk mengidentifikasi indikator klinis neuropati diabetik, penurunan perfusi perifer yang dapat mengakibatkan kerusakan pembuluh darah dan iskemia. Tekanan darah pada area *ankle* (kaki) dan *brachial* (tangan) dapat diukur dengan mudah menggunakan teknik ABI (Sunarti, 2018). Resistensi perifer dan curah jantung pada dasarnya merupakan hasil perkalian yang menentukan nilai ABI. Oleh karena itu, peningkatan resistensi darah tepi dan curah jantung juga akan mengakibatkan peningkatan tekanan darah pada penderita diabetes melitus yang

mengalami perfusi jaringan perifer yang tidak efektif. Jika tekanan darah pada daerah *ankle* (kaki) dan *brachialis* (lengan) sebanding, maka nilai ABI dianggap normal. Suplai darah tepi yang efektif, meliputi kaki dan pergelangan kaki ditunjukkan dengan nilai ABI yang normal (Libya, 2018).

2.1.4.2 Tujuan Pengukuran *Ankle Brachial Index*

Pemeriksaan non-invasif ini digunakan untuk mengevaluasi pasien dengan *insufisiensi arteri* untuk memastikan kondisi sirkulasi ekstremitas bawah dan kemungkinan kerusakan pembuluh darah untuk menentukan tindakan lebih lanjut. Penderita diabetes melitus tipe 2 disarankan untuk melakukan pemeriksaan ini, terutama jika mereka memiliki faktor risiko seperti obesitas, merokok, atau kadar *trigliserida* darah tinggi (Libya, 2018). Pengukuran *Ankle Brachial Index* (ABI) dilakukan untuk penilaian keseluruhan dalam berbagai situasi, seperti evaluasi ulkus kaki secara parsial dan menyeluruh; kekambuhan dan ulkus kaki; perubahan warna dan suhu kaki; bagian dan kajian yang terus menerus; pengkajian dan penyakit sirkulasi perifer; dan memantau kemajuan dan tingkat keparahan diabetes melitus. Kontraindikasi pengukuran *Ankle Brachial Index* (ABI), seperti selulitis, trombosis vena dalam, ulserasi kronis di daerah pergelangan kaki (Libya, 2018).

2.1.4.3 Pengukuran Interpretasi dan Perhitungan *Ankle Brachial Index*

Untuk mengukur ABI, alat yang digunakan adalah *sphygmomanometer* yang mudah dibawa dengan tangan (Salam & Laili, 2020). Interpretasi *Ankle Brachial Index* (ABI) berdasarkan Brunner & Suddarth (2010) dalam Darwis (2020) nilai $ABI > 0,91$ dianggap normal atau bebas dari *Peripheral Artery Disease* (PAD) karena menunjukkan aliran darah yang cukup tanpa adanya penyumbatan yang berarti pada pembuluh darah tepi, sehingga dapat terpenuhinya nutrisi dan oksigen ke ekstremitas bawah; ABI berkisar antara 0,70 hingga 0,90 menunjukkan iskemia ringan atau obstruksi ringan dengan gejala utama PAD antara lain nyeri pada pantat atau betis saat berjalan (*klaudikasio intermiten*), yang semakin parah seiring berjalannya waktu akibat penyumbatan pembuluh darah yang menghalangi

aliran darah untuk memenuhi kebutuhan nutrisi, terutama di ekstremitas bawah dengan metabolisme meningkat dan penyumbatannya masih ringan. Iskemia berat atau obstruksi sedang dengan interpretasi ABI 0,40 hingga 0,69, disebabkan oleh perfusi perifer yang tidak mencukupi karena oklusi mulai memanjang dan detak jantung serta tekanan arteri menurun. Selain menyebabkan iskemia tungkai akibat hipoksia jaringan, kondisi ini membuat luka sulit sembuh kecuali dilakukan *revaskularisasi*. Jika nilai ABI < 0,40, hal ini menunjukkan iskemia berat atau obstruksi berat yang dapat menyebabkan berkembangnya *gangren* dan ulkus diabetik.

Tabel 2. 1 Interpretasi Nilai ABI

Nilai ABI	Interpretasi
0,91 - 1,3	Normal
0,70 - 0,90	Iskemia ringan atau obstruksi ringan
0,40 - 0,69	Iskemia sedang atau obstruksi sedang
< 0,40	Iskemia berat atau obstruksi berat

Sumber: Decroli E, 2019

ABI Worksheet

Right Arm:
Systolic Pressure mmHg

Right Ankle:
Systolic Pressure
Posterior Tibial (PT) mmHg
Dorsalis Pedis (DP) mmHg

Left Arm:
Systolic Pressure mmHg

Left Ankle:
Systolic Pressure
Posterior Tibial (PT) mmHg
Dorsalis Pedis (DP) mmHg

Right ABI equals ratio of:
Higher of the Right Ankle Pressures (PT or DP)
Higher Arm Pressure (right or left arm)

Left ABI equals ratio of:
Higher of the Left Ankle Pressures (PT or DP)
Higher Arm Pressure (right or left arm)

*The lower of these numbers is the patient's overall ABI.
Overall ABI (lower ABI) =

Ankle-Brachial Index Interpretation

Above 0.90: Normal

0.71-0.90: Mild Obstruction

0.41-0.70: Moderate Obstruction

0.00-0.40: Severe Obstruction

Gambar 2. 1 Pengukuran Nilai ABI

Sumber: Mozaffarian et al., (2015)

2.2 Buerger Allen Exercise

2.2.1 Definisi Buerger Allen Exercise

Leo Buerger pertama kali mengusulkan *buerger allen exercise* pada tahun 1924, dan Arthur W. Allen memodifikasinya pada tahun 1931 (Nadrati et al., 2020). *Buerger Allen Exercise* (BAE) merupakan salah satu jenis gerakan kaki aktif yang menggunakan gravitasi dapat dilakukan secara rutin untuk mendapatkan manfaat yang maksimal (Zamaa et al., 2021). Latihan seperti *buerger allen exercise* digunakan untuk mencegah atau mengobati gangguan *vaskularisasi perifer* pada ekstremitas bawah (tungkai bawah) penderita diabetes melitus yang telah didiagnosis dengan gangguan perifer atau yang berisiko mengalaminya (Mataputun R. D et al., 2020). *Buerger allen exercise* menggunakan pompa otot yang bergerak ke dua arah antara lain *dorsofleksi* dan *plantarfleksi* akibat gerakan aktif pergelangan kaki dan perubahan gravitasi dari posisi ini dapat bermanfaat untuk meningkatkan aliran darah dan menyuplai darah yang tidak mencukupi ke arteri tungkai bawah (Sari et al., 2019).

Buerger allen exercise merupakan latihan yang sangat mudah dilakukan karena hanya terdiri dari tiga gerakan. Dengan demikian dapat dilakukan dimana saja, tidak melelahkan pasien, dan tidak memerlukan penggunaan alat olahraga (Mataputun et al., 2020). Berdasarkan beberapa definisi *buerger allen exercise* di atas, dapat diartikan sebagai latihan kaki yang menggabungkan gravitasi dan pompa otot (*muscle pump*), yang terdiri dari gerakan *dorsofleksi* dan *plantarfleksi*. Tujuannya untuk meningkatkan sirkulasi darah di kaki. Latihan ini adalah latihan yang cepat dan mudah serta dapat dilakukan sendiri di rumah.

2.2.2 Manfaat *Buerger Allen Exercise*

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa *buerger allen exercise* bermanfaat bagi penderita diabetes melitus karena meningkatkan aliran darah perifer dan menyebabkan perubahan gravitasi ekstremitas bawah secara bersamaan, seperti meninggikan (*elevasi*) atau menurunkan kaki dan berbaring terlentang disertai kontraksi otot dengan gerakan *dorsofleksi* dan *plantarfleksi* pada pergelangan kaki (Salam & Laili, 2020). Hal ini memungkinkan arteri dan vena menerima oksigen dan nutrisi yang dibutuhkan, meningkatkan kekuatan dan efisiensi otot kecil serta

meningkatkan nilai *Ankle Brachial Index* (ABI) (Zamaa et al., 2021). Tidak hanya meningkatkan kebutuhan nutrisi jaringan dan suplai darah di telapak kaki, tetapi penderita diabetes melitus juga mengalami peningkatan aliran darah pada ekstremitas (Romlah & Mataputun, 2021). Jika dilakukan dengan benar maka *buerger allen exercise* akan melancarkan peredaran darah, memperlebar pembuluh darah di area kaki, menggunakan glukosa untuk proses metabolisme, serta memperbaiki dan meningkatkan sensitivitas kaki (Suryati et al., 2019).

2.2.3 Tujuan *Buerger Allen Exercise*

Buerger allen exercise dapat menyuplai darah yang tidak mencukupi ke arteri ekstremitas bawah dengan memanfaatkan *muscle pump* (pompa otot) yang terdiri dari gerakan *dorsofleksi* dan *plantarfleksi*. Gerakan pergelangan kaki yang aktif ini melebarkan pembuluh darah dan melancarkan sirkulasi (Sari et al., 2019). Hal ini juga mengakibatkan peningkatan metabolisme otot akibat dari terjadinya peningkatan penggunaan gula darah yang disebabkan oleh kontraksi otot kaki (Suryati et al., 2019).

2.2.4 Indikasi *Buerger Allen Exercise*

Buerger allen exercise tidak hanya diindikasikan pada penderita diabetes melitus dengan gangguan sirkulasi perifer saja, namun juga dapat dilakukan pada penderita diabetes melitus yang memiliki luka kaki diabetik (LKD) dengan gangguan sirkulasi vena, arteri, atau keduanya (Setyaningtias et al., 2023). Hal ini sejalan dengan penelitian Jannaim et al., (2018) yang menyatakan bahwa responden dalam penelitian ini adalah penderita DM dan berlaku juga pada penderita DM dengan luka kaki diabetik (LKD).

2.2.5 Kontraindikasi *Buerger Allen Exercise*

Berikut kontraindikasi pelaksanaan *buerger allen exercise* menurut Wiwi (2020), yaitu:

2.2.5.1 Penderita DM dengan ulkus kaki disertai *gangren* kronis, dan

2.2.5.2 Penderita DM yang mengalami kecemasan dan kekhawatiran berlebih terhadap *buerger allen exercise*.

2.2.6 Hal Yang Diperhatikan Sebelum Pelaksanaan *Buerger Allen Exercise*

Menurut (Salihun et al., 2022), berdasarkan teori (Vijayabarathi & Hemavathy, 2014), hal-hal berikut ini diperiksa sebelum melakukan *buerger allen exercise*:

2.2.6.1 Kondisi umum pasien, termasuk kondisi kaki dan tingkat kesadarannya,

2.2.6.2 Periksa tanda-tanda vital sebelum memulai intervensi,

2.2.6.3 Perhatikan indikasi dan kontraindikasi mengenai penggunaan intervensi, serta

2.2.6.4 Kaji suasana hati, dan motivasi pasien.

2.2.7 Prosedur Pelaksanaan *Buerger Allen Exercise*

Buerger allen exercise terdiri dari tiga fase yaitu (Nadrati et al., 2020):

2.2.7.1 Fase Elevasi

Selama satu hingga dua menit, penderita tetap dalam posisi terlentang (*supine position*), kaki diangkat di atas jantung (*leg elevasi*) dengan sudut 45° hingga 90° disertai gerakan *dorsofleksi* dan *plantarfleksi*. Dengan mengangkat kaki dapat meningkatkan aliran darah ke jantung, memperluas dinding ruang jantung, dan mendorong kontraksi lebih lanjut pada otot, fase ini bertujuan untuk mengubah gravitasi dan memaksa semua darah kembali mengalir ke jantung. Kemudian jantung secara otomatis kembali melancarkan peredaran darah (Sari et al., 2019).

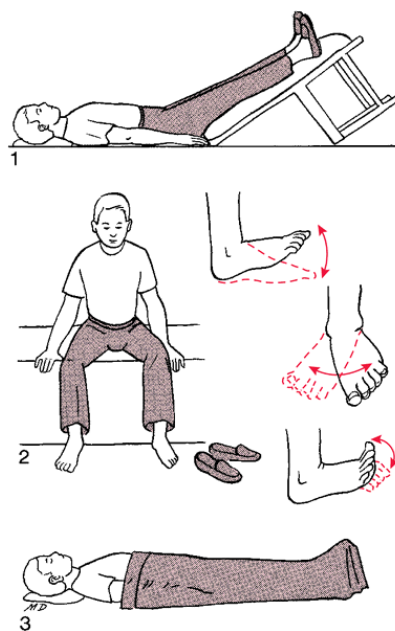
2.2.7.2 Fase Penurunan Kedua (duduk dan menurunkan kaki)

Fase ini berlangsung dua hingga lima menit dalam posisi duduk dengan kaki menggantung (menggantung di tempat tidur), dipadukan dengan gerakan *dorsofleksi* dan *plantarfleksi*. Tujuan dari langkah ini adalah mengubah gravitasi dengan meningkatkan aliran darah dari jantung ke ekstremitas atas atau ekstremitas bawah. Hal ini membantu mendistribusikan cairan ke seluruh tubuh

dengan mengosongkan dan mengisi kolom darah secara berkala, sehingga dapat meningkatkan aliran darah melalui pembuluh darah (Sari et al., 2019).

2.2.7.3 Fase horizontal atau fase istirahat

Hal ini dilakukan dalam posisi terlentang selama kurang lebih 5 menit, dengan kaki diistirahatkan secara horizontal dan tambahan gerakan *dorsofleksi* dan *plantarfleksi* pada pergelangan kaki. Tujuan pada tahap ini adalah untuk meningkatkan aliran darah atau reperfusi tungkai seiring meredanya efek gravitasi (Chang et al., 2016; Saputra et al., 2020).



Gambar 2. 2 Prosedur Pelaksanaan *Buerger Allen Exercise*

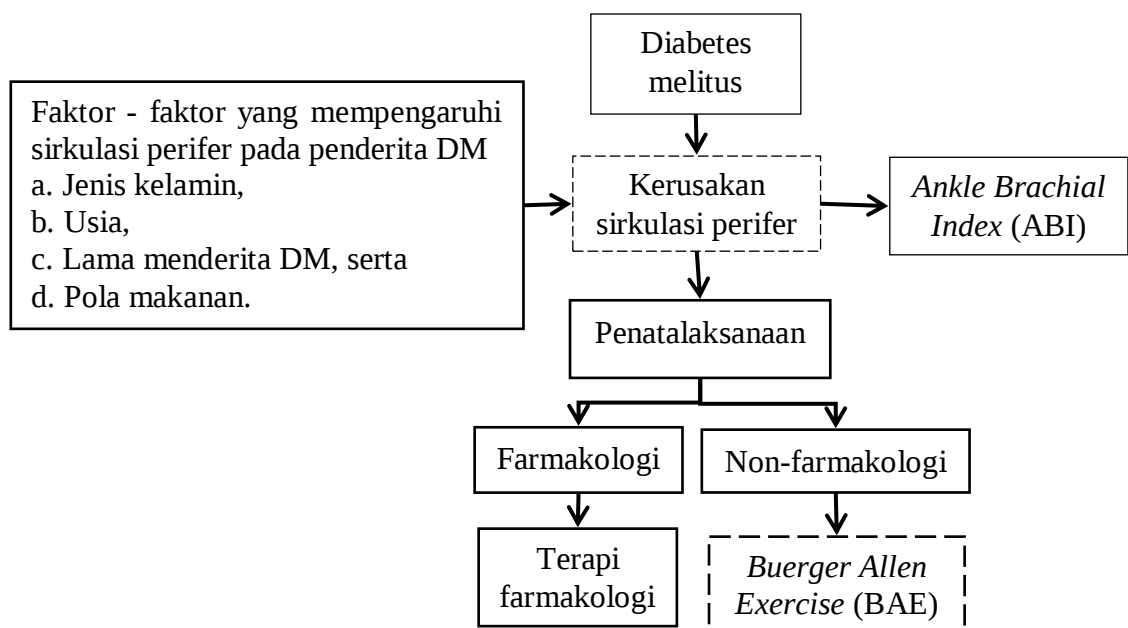
Sumber: Kusumawardhani Y, 2021

Waktu yang diperlukan dalam melakukan *buerger allen exercise* untuk mencapai hasil yang optimal dapat dilakukan sebanyak 6 kali selama 6 hari dalam waktu 15 menit setiap pertemuan (Salam & Laili, 2020). Dalam penelitian lain Nadrati et al., 2020 menyatakan bahwa partisipan melakukan *buerger allen exercise* 2 kali sehari selama 4 hari dalam waktu 15 menit terbukti efektif.

2.2.8 Pengaruh *Buerger Allen Exercise* Terhadap Sirkulasi Perifer

Menurut Salam & Laili (2020) bahwa intervensi *buerger allen exercise* yang terdiri dari enam kali selama enam hari masing-masing berdurasi 15 menit, terbukti efektif meningkatkan nilai *Ankle Brachial Index* (ABI) yang menunjukkan bahwa penderita diabetes melitus mengalami peningkatan aliran darah ke jaringan perifer. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Nadrati et al., 2020 yang menyatakan bahwa penderita diabetes melitus dapat meningkatkan aliran darah ke jaringan ekstremitas bawah dengan melakukan *buerger allen exercise* 2 kali sehari selama 4 hari. Kemudian dengan mengukur nilai ABI pada kaki penderita diabetes melitus. Lalu penelitian lain yang dilakukan oleh (Zamaa et al., 2021) dengan jelas menunjukkan bahwa terdapat perubahan yang sangat signifikan dan efektif dalam intervensi BAE untuk meningkatkan sirkulasi perifer pada ekstremitas bawah.

2.3 Kerangka Teori

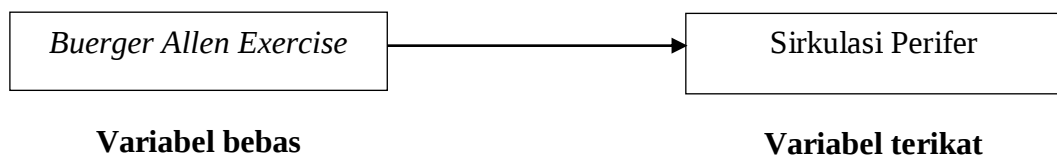


Keterangan = : Tidak diteliti
 : Diteliti

Gambar 2. 3 Kerangka Teori

Sumber: Imelda, 2019; Mildawati et al., 2019; Sari & Dayaningsih, 2021

2.4 Kerangka Konsep



Gambar 2. 4 Kerangka Konsep

2.5 Hipotesis

Hipotesis adalah tanggapan sementara terhadap pertanyaan penelitian. Variabel bebas dan variabel terikat merupakan dua variable yang biasanya digunakan untuk merumuskan hipotesis ini (Notoatmodjo, 2018). Berikut hipotesis penelitian yang didasarkan pada kerangka konseptual:

2.5.1 Hipotesis Null (Ho)

Tidak ada pengaruh *buerger allen exercise* terhadap sirkulasi perifer pada penderita diabetes melitus di Desa Setu Kecamatan Tarub Kabupaten Tegal.

2.5.2 Hipotesis Alternatif (Ha)

Ada pengaruh *buerger allen exercise* terhadap sirkulasi perifer pada penderita diabetes melitus di Desa Setu Kecamatan Tarub Kabupaten Tegal.