

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Stroke merupakan salah satu penyebab utama morbiditas dan mortalitas di dunia, selain menjadi penyebab kecacatan jangka panjang yang berdampak signifikan pada fungsi fisik, kognitif, dan sosial penderitanya. Pada tahun 2019 tercatat sekitar 12,2 juta kasus stroke baru serta 6,5 juta kematian akibat stroke. Peningkatan angka-angka tersebut dikaitkan dengan pertambahan usia populasi global dan akumulasi faktor risiko seperti hipertensi, diabetes melitus, dan kebiasaan merokok (World Stroke Organization, 2020).

Di Indonesia, prevalensi stroke berdasarkan diagnosis dokter pada penduduk usia ≥ 15 tahun pada tahun 2018 adalah 10,9 per 1.000 penduduk, yang setara dengan sekitar 2,1 juta orang. Angka ini menunjukkan bahwa stroke adalah masalah kesehatan masyarakat yang harus segera ditangani, mengingat dampaknya yang besar terhadap sistem kesehatan dan ekonomi. Selain itu, prevalensi stroke di Indonesia mengalami peningkatan dibandingkan dengan tahun 2013 yang sebesar 7,0 per 1.000 penduduk (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2018).

Secara regional, Provinsi Sulawesi Selatan mencatat angka prevalensi stroke sebesar 10,6 per 1.000 penduduk, menjadikannya salah satu provinsi dengan prevalensi tertinggi secara nasional (Kementerian Kesehatan RI, 2018). Tingginya angka ini mencerminkan beban penyakit yang signifikan di wilayah tersebut, yang dapat disebabkan oleh kombinasi faktor risiko vaskular yang tinggi.

Pada fase stroke akut, yaitu 24 jam hingga 7 hari setelah onset serangan, pasien berada pada kondisi paling rentan dengan gejala defisit neurologis yang jelas. Fase ini sering kali membutuhkan perawatan intensif di rumah sakit, termasuk rawat inap untuk stabilisasi medis serta pencegahan komplikasi. Kondisi stroke akut yang belum tertangani dengan optimal dapat memperburuk kelemahan otot, keterbatasan mobilitas, dan meningkatkan risiko kecacatan jangka panjang. Oleh karena itu, intervensi rehabilitasi sejak fase akut—khususnya pada pasien rawat inap—memegang peranan penting dalam meminimalkan defisit fungsional dan mempercepat pemulihan.

Secara patofisiologis, stroke mengakibatkan kerusakan pada sistem saraf pusat yang terutama memengaruhi daerah otak pengaturan motorik. Kondisi ini menyebabkan gangguan mobilitas, yang ditandai dengan kelemahan, kelumpuhan, gangguan koordinasi, dan ketidakseimbangan postural. Gangguan-gangguan tersebut mengakibatkan ketergantungan pasien dalam melaksanakan aktivitas sehari-hari, seperti berjalan, makan, dan berpakaian. Selain kerusakan area motorik, faktor-faktor seperti kontraktur otot dan penurunan kekuatan otot turut memperburuk kemampuan ambulasi pasien pasca-stroke (Widyasari et al., 2023).

Kekuatan otot merupakan komponen penting dalam proses ambulasi. Otot yang lemah dapat mengganggu stabilitas tubuh dan efektivitas langkah, sedangkan otot yang kuat berperan dalam menopang beban tubuh dan mengoordinasikan gerakan.

Beberapa studi telah menunjukkan hubungan yang signifikan antara kekuatan otot dan status ambulasi pada pasien pasca-stroke. Intervensi rehabilitasi yang difokuskan pada peningkatan kekuatan otot terbukti dapat memperbaiki kemampuan berjalan, meningkatkan daya tahan fisik, dan mempercepat pemulihan fungsi motorik.

Di Rumah Sakit Dr. Tadjuddin Chalid Makassar, pasien pasca-stroke akut yang dirawat inap menjalani program rehabilitasi medik sebagai bagian dari upaya pemulihan fungsi fisik. Dalam proses rehabilitasi tersebut, pemulihan kemampuan motorik, khususnya ambulasi, menjadi salah satu aspek penting yang perlu diperhatikan. Mengingat bahwa kekuatan otot merupakan salah satu faktor yang berperan dalam pencapaian status ambulasi yang optimal, maka diperlukan evaluasi ilmiah untuk memahami hubungan antara kedua variabel tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara kekuatan otot dan status ambulasi pada pasien pasca-stroke akut rawat inap yang menjalani rehabilitasi medik di RS Dr. Tadjuddin Chalid Makassar. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi terhadap perencanaan intervensi rehabilitasi yang lebih efektif dan berbasis bukti.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Apakah terdapat hubungan antara kekuatan otot ekstremitas atas dan ekstremitas bawah dengan status ambulasi pada pasien pasca stroke yang menjalani rehabilitasi medik di RS Dr. Tadjuddin Chalid Makassar periode Januari–Oktober 2025?
2. Bagaimana distribusi kekuatan otot ekstremitas atas dan ekstremitas bawah serta status ambulasi pada pasien pasca stroke yang menjalani rehabilitasi medik di RS Dr. Tadjuddin Chalid Makassar periode Januari–Oktober 2025?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mengetahui hubungan antara kekuatan otot dan status ambulasi pada pasien pasca stroke yang menjalani rehabilitasi medik di RS Dr. Tadjuddin Chalid Makassar periode Januari–Oktober 2025.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengidentifikasi tingkat kekuatan otot ekstremitas atas dan ekstremitas bawah pada pasien pasca stroke yang menjalani rehabilitasi medik di RS Dr. Tadjuddin Chalid Makassar.
2. Menentukan tingkat status ambulasi pasien pasca stroke berdasarkan klasifikasi Functional Ambulation Category (FAC).

3. Menganalisis hubungan antara kekuatan otot ekstremitas atas dan ekstremitas bawah dengan status ambulasi pada pasien pasca stroke yang menjalani rehabilitasi medik di RS Dr. Tadjuddin Chalid Makassar

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Klinis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada tenaga medis dan tim rehabilitasi medik mengenai hubungan antara kekuatan otot dan status ambulasi pada pasien pasca stroke, sehingga dapat menjadi dasar dalam penyusunan intervensi rehabilitasi medik.

1.4.2 Manfaat Akademis

1. Menambah wawasan dan pemahaman mengenai hubungan antara kekuatan otot dan status ambulasi pada pasien pasca stroke.
2. Sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya yang berfokus pada aspek rehabilitasi dan mobilitas pasien pasca stroke.
3. Menjadi sumber pustaka yang dapat digunakan oleh mahasiswa dan tenaga akademik di Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin dalam kajian terkait rehabilitasi medik dan neurologi.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Stroke

2.1.1 Definisi

Stroke ada suatu kondisi klinis yang terjadi ketika aliran darah ke bagian otak terganggu, baik karena penyumbatan (stroke iskemik) atau pecahnya pembuluh darah (stroke hemoragik). Gangguan ini menyebabkan sel sel otak kekurangan oksigen dan nutrisi, yang dapat mengakibatkan kerusakan atau kematian jaringan otak dalam waktu yang singkat.

Gejala stroke muncul secara tiba-tiba dan dapat mencakup kelemahan atau kelumpuhan pada sisi tubuh, kesulitan berbicara atau memahami pembicaraan, gangguan penglihatan, kehilangan keseimbangan, dan sakit kepala berat. Stroke dapat menyebabkan menurunnya bahkan hilangnya fungsi yang dikendalikan oleh jaringan tersebut. Stroke merupakan keadaan darurat medis yang memerlukan penanganan segera untuk meminimalkan kerusakan otak dan potensi kecacatan permanen.

Stroke akut adalah fase awal yang dimulai sejak onset gejala hingga 7 hari pertama. Pada fase ini, pasien biasanya dalam kondisi klinis paling rentan dengan gejala defisit neurologis yang jelas dan membutuhkan perawatan di rumah sakit, sering kali dalam bentuk rawat inap. Penatalaksanaan stroke akut tidak hanya berfokus pada stabilisasi medis, tetapi juga pada pencegahan komplikasi sekunder seperti pneumonia aspirasi, deep vein thrombosis, dan kontraktur otot.

2.1.2 Klasifikasi Stroke

Stroke dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu :

1. Stroke Iskemik

Suatu kondisi medis yang dikenal sebagai stroke iskemik terjadi ketika aliran darah ke otak terganggu karena adanya penyumbatan pada pembuluh darah arteri. Penyumbatan ini menghentikan aliran darah yang membawa oksigen dan nutrisi ke jaringan otak, yang sangat penting untuk menjaga fungsinya. Sel-sel otak mulai rusak karena kekurangan oksigen ketika pasokan darah terhenti atau berkurang secara signifikan. Jika aliran darah tidak segera dipulihkan, kerusakan sel-sel otak dapat menjadi permanen, yang dapat menyebabkan gejala neurologis seperti kelemahan anggota tubuh, gangguan bicara, penglihatan, hingga hilangnya kesadaran.

Stroke iskemik merupakan 87% dari semua jenis stroke, dan biasanya disebabkan oleh emboli (bekuan darah atau material lain yang berasal dari tempat lain di tubuh yang menyumbat pembuluh darah otak) atau trombus (bekuan darah lokal di pembuluh darah otak).

Low-Density Lipoprotein (LDL) kolesterol memiliki sifat aterogenik, yaitu kecenderungan untuk menempel pada dinding pembuluh darah, terutama pada pembuluh darah kecil yang berfungsi menyuplai oksigen dan nutrisi ke jantung serta otak. Kadar LDL kolesterol yang berlebihan dapat mengendap pada dinding pembuluh darah arteri, membentuk plak aterosklerotik, dan memicu proses aterosklerosis. Plak ini dapat mengalami ruptur, mengakibatkan terbentuknya trombus atau emboli yang dapat menyumbat aliran darah, sehingga dapat menyebabkan stroke iskemik. (Kandou et al., 2016).

2. Stroke Hemoragik

Stroke hemoragik disebabkan karena ruptur nya pembuluh darah di otak sehingga darah bocor ke jaringan otak sekitarnya (Diener and Hankey, 2020) . Perdarahan ini mengakibatkan kerusakan langsung pada sel sel otak dan peningkatan tekanan intrakranial, yang dapat menyebabkan defisit neurologis signifikan hingga kematian.

Stroke hemoragik dibagi menjadi dua jenis yaitu :

1) Perdarahan intraserebral (ICH)

Perdarahan yang terjadi langsung ke dalam parenkim otak. ICH biasanya disebabkan oleh hipertensi yang tidak terkontrol, yang menyebabkan kerusakan pada dinding arteri kecil di otak (Afriani et al., 2024). Faktor risiko lain termasuk angiopati amiloid serebral, penggunaan antikoagulan, dan malformasi arteriovenosa. Gejala ICH dapat berkembang secara tiba-tiba dan mencakup sakit kepala, mual, muntah, penurunan kesadaran, dan defisit neurologis fokal.

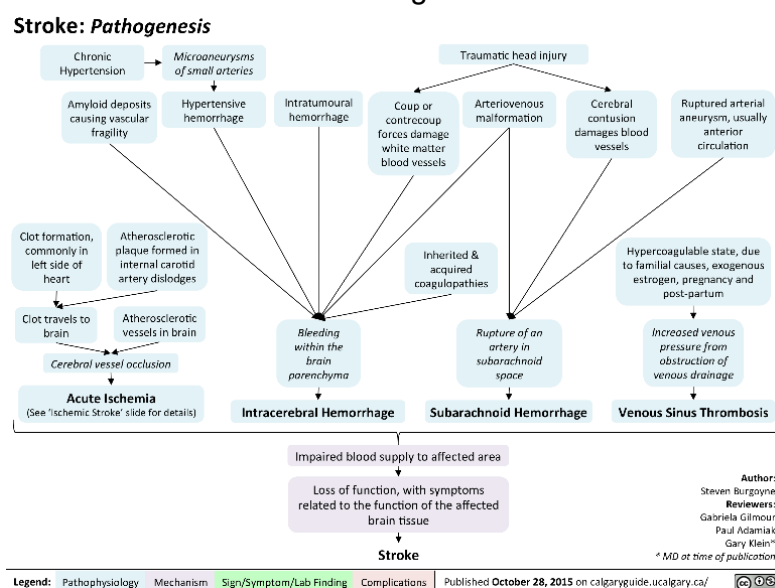
2) Perdarahan Subarachnoid (SAH)

Perdarahan yang terjadi di area antara otak dan membran arachnoid yang menutupinya. SAH paling sering disebabkan oleh pecahnya aneurisma serebral, tetapi juga dapat terjadi akibat trauma atau malformasi vaskular. Gejala khas SAH adalah sakit kepala hebat yang muncul secara tiba-tiba, sering digambarkan sebagai "sakit kepala terburuk dalam hidup", disertai dengan mual, muntah, leher kaku, dan penurunan kesadaran.

2.1.3 Patofisiologi Stroke

Stroke merupakan kondisi yang terjadi akibat gangguan aliran darah ke otak yang menyebabkan defisit neurologis akut. Secara patofisiologi, stroke dapat diklasifikasikan menjadi stroke iskemik dan stroke hemoragik, yang masing-masing memiliki mekanisme patogenesis berbeda.

Gambar 1 Patogenesis Stroke



Source : The Calgary Guide to Understanding Disease, University of Calgary. Stroke: Pathogenesis, 2015.
<https://calgaryguide.ucalgary.ca/stroke-pathogenesis/>

1. Stroke Iskemik

Pada stroke iskemik, terjadi obstruksi aliran darah akibat trombosis atau emboli, yang menyebabkan iskemia jaringan otak. Trombosis sering kali dipicu oleh aterosklerosis, di mana plak aterosklerotik terbentuk pada arteri karotis atau arteri serebral, yang kemudian mengalami ruptur. Hal ini menyebabkan aktivasi trombosit dan pembentukan trombus yang menyumbat lumen arteri, sehingga menghambat aliran darah ke area distal. Sementara itu, emboli sering kali berasal dari jantung, terutama pada pasien dengan fibrilasi atrium atau penyakit valvular, di mana bekuan darah terbentuk di atrium kiri dan terbawa ke sirkulasi serebral, menyebabkan oklusi vaskular akut.

Gangguan perfusi ini menyebabkan hipoksia jaringan otak, yang berdampak pada gangguan produksi ATP oleh mitokondria. Kekurangan ATP menyebabkan kegagalan pompa ion Na^+/K^+ -ATPase, yang mengarah pada akumulasi ion natrium intraseluler dan edema seluler. Selain itu, hipoksia memicu pelepasan glutamat berlebih di sinaps, yang menyebabkan eksitotoksitas melalui aktivasi reseptor NMDA dan peningkatan influks ion kalsium ke dalam sel (Kristianto, 2015). Akumulasi kalsium ini mengaktifkan enzim proteolitik seperti kalpain dan kaspase, yang berkontribusi terhadap kerusakan membran sel, sitoskeleton, dan organel intraseluler, akhirnya menyebabkan nekrosis neuron. Selain itu, terjadi peningkatan permeabilitas sawar darah otak (blood-brain barrier/BBB), yang menyebabkan edema sitotoksik dan vasogenik serta memperburuk kerusakan jaringan. Dalam perkembangannya, terdapat area

yang disebut penumbra, yaitu zona di sekitar inti iskemik yang masih memiliki aliran darah minimal. Jika tidak segera dilakukan reperfusi, area ini juga akan mengalami nekrosis.

2. Stroke Hemoragik

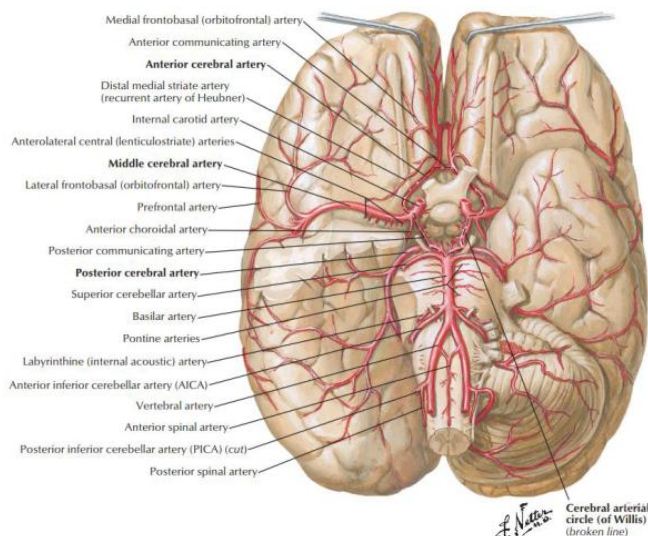
Di sisi lain, stroke hemoragik terjadi akibat ruptur pembuluh darah yang menyebabkan perdarahan intraserebral atau subaraknoid. Hipertensi kronis merupakan faktor utama dalam patogenesis perdarahan intraserebral, di mana tekanan darah tinggi yang persisten menyebabkan mikroaneurisma Charcot-Bouchard pada arteri kecil (Basli Muhammad dan Jihan Nabila, 2023). Ruptur mikroaneurisma ini menyebabkan ekstrasvasasi darah ke dalam parenkim otak, membentuk hematoma yang menimbulkan efek massa, meningkatkan tekanan intrakranial (TIK), dan menyebabkan kompresi jaringan otak sekitarnya. Efek ini mengganggu perfusi otak lebih lanjut, menyebabkan iskemia sekunder dan memperburuk kondisi klinis. Selain hipertensi, angiopati amiloid serebral juga berperan dalam meningkatkan risiko perdarahan, terutama pada pasien lansia, di mana terjadi deposisi protein amiloid pada dinding arteri serebral yang menyebabkan fragilitas vaskular.

Sementara itu, pada perdarahan subaraknoid, ruptur aneurisma arteri, terutama di sirkulasi anterior otak, menyebabkan ekstrasvasasi darah ke ruang subaraknoid. Perdarahan ini memicu peningkatan tekanan intrakranial secara mendadak serta iritasi meningeal, yang ditandai dengan sakit kepala hebat dan kaku kuduk. Selain itu, darah dalam ruang subaraknoid dapat memicu vasospasme sekunder, yang semakin memperburuk iskemia otak.

Secara keseluruhan, baik stroke iskemik maupun hemoragik berujung pada penurunan aliran darah ke otak, yang mengakibatkan hipoksia, disfungsi seluler, dan kematian jaringan otak. Defisit neurologis yang muncul bergantung pada lokasi dan luasnya area otak yang terdampak.

2.1.4 Dampak Neurologis Berdasarkan Lokasi Lesi di Otak

Gambar 2 Sistem Vaskularisasi Otak



Source : Netter, F. H., 2019. Atlas of Human Anatomy, 7th ed. Elsevier, Philadelphia. Illustration of cerebral arteries and Circle of Willis.

Sistem vaskularisasi otak terdiri dari dua jalur utama, yaitu sirkulasi anterior, yang berasal dari arteri karotis interna, dan sirkulasi posterior, yang berasal dari arteri vertebralis. Kedua sistem ini terhubung melalui Sirkulus Willis, yang berperan dalam menjaga suplai darah otak tetap optimal meskipun terjadi sumbatan pada salah satu arteri. Gangguan aliran darah akibat obstruksi atau iskemia dapat menyebabkan defisit neurologis spesifik, tergantung pada lokasi lesi.

1. Neurovaskularisasi Anterior dan Dampak Lesi

Neurovaskularisasi anterior terutama bertanggung jawab dalam suplai darah ke lobus frontal, lobus parietal, dan sebagian lobus temporal. Aliran darah pada sirkulasi ini berasal dari arteri karotis interna, yang kemudian bercabang menjadi:

1) A. Arteri Serebri Anterior (ACA)

Arteri serebri anterior menyuplai bagian medial lobus frontal dan parietal, termasuk korteks motorik dan sensorik yang mengontrol ekstremitas bawah. Jika terjadi oklusi pada ACA, pasien dapat mengalami hemiparesis kontralateral dominan pada ekstremitas bawah, gangguan sensorik pada ekstremitas bawah, serta gangguan fungsi eksekutif dan perilaku akibat keterlibatan korteks prefrontal. Selain itu, kerusakan di area ini juga dapat menyebabkan inkontinensia urin akibat gangguan kontrol sfingter yang dikendalikan oleh korteks motorik medial.

2) Arteri Serebri Media (MCA)

Arteri serebri media merupakan cabang terbesar dari arteri karotis interna dan menyuplai bagian lateral lobus frontal, parietal, dan temporal. Lesi pada MCA sering kali mengakibatkan hemiparesis kontralateral yang dominan pada ekstremitas atas dan wajah, hemianestesia kontralateral, serta gangguan fungsi bahasa seperti afasia Broca atau Wernicke jika terjadi pada hemisfer dominan. Jika lesi mengenai hemisfer non-dominan, pasien dapat mengalami neglect syndrome, yaitu ketidakmampuan mengenali atau merespons rangsangan pada sisi tubuh yang berlawanan dengan lokasi lesi akibat gangguan persepsi spasial.

2. Neurovaskularisasi Posterior dan Dampak Lesi

Neurovaskularisasi posterior bertanggung jawab dalam suplai darah ke batang otak, serebelum, lobus oksipital, dan bagian medial lobus temporal. Sirkulasi ini berasal dari arteri vertebralis, yang bercabang menjadi:

1) A. Arteri Serebri Posterior (PCA)

Arteri serebri posterior bertanggung jawab dalam suplai darah ke lobus oksipital dan bagian medial lobus temporal, termasuk hipokampus. Oklusi pada PCA dapat menyebabkan hemianopsia homonim kontralateral, yaitu kehilangan separuh lapang pandang pada sisi yang berlawanan dengan lokasi lesi, akibat keterlibatan korteks visual primer. Selain itu, lesi pada PCA juga dapat memengaruhi hipokampus, sehingga menyebabkan gangguan memori. Jika lesi meluas ke talamus posterior, pasien dapat mengalami sindrom talamik, yang ditandai dengan nyeri sentral serta gangguan sensorik yang kompleks.

2) Arteri Vertebrobasilar

Arteri vertebralis bergabung membentuk arteri basilar, yang menyuplai batang otak dan serebelum. Lesi pada arteri vertebrobasilar dapat menyebabkan ataksia dan vertigo akibat gangguan koordinasi motorik. Jika lesi terjadi pada batang otak, gejala yang muncul dapat mencakup disfagia dan disartria akibat keterlibatan saraf kranial, serta gangguan pernapasan dan kesadaran jika mengenai pusat vital di medula oblongata. Pada kasus yang lebih parah, infark luas di pons dapat menyebabkan locked-in syndrome, di mana pasien mengalami paralisis total kecuali gerakan mata vertikal.

2.1.5 Faktor Resiko Stroke

Faktor resiko stroke terbagi menjadi faktor yang bisa di modifikasi dan faktor yang tidak dapat di modifikasi :

1. Faktor yang dapat Dimodifikasi

A. Stroke Iskemik

a. Hipertensi

Hipertensi merupakan faktor resiko yang signifikan untuk stroke iskemik. Tekanan darah tinggi yang tidak terkontrol dapat merusak dinding arteri, mempercepat proses aterosklerosis, dan meningkatkan kemungkinan terbentuknya trombus yang dapat menyumbat aliran darah ke otak. Sebuah tinjauan literatur menyatakan bahwa Individu yang mengalami hipertensi akan memiliki risiko 5,97 kali lipat lebih besar untuk mengalami stroke iskemik daripada individu yang tidak mengalami hipertensi (Gerber et al., 2021).

b. Hiperkolesterolemia

Hiperkolesterolemia atau kadar kolesterol darah yang tinggi berkontribusi pada pembentukan plak aterosklerotik di arteri, termasuk arteri serebral. Plak ini dapat menyebabkan penyempitan lumen arteri (stenosis), termasuk pada arteri serebral, sehingga mengurangi aliran darah ke otak. Jika plak mengalami ruptur, trombosit akan berkumpul di lokasi tersebut dan membentuk trombus (gumpalan darah) yang dapat menyumbat pembuluh darah otak, menyebabkan stroke iskemik trombotik.

Plak juga dapat mengalami embolisasi, di mana potongan kecilnya lepas dan terbawa aliran darah ke pembuluh otak yang lebih kecil, menyebabkan stroke iskemik embolik.

c. Diabetes Melitus

Hiperglikemia kronis pada DM menyebabkan kerusakan endotel pembuluh darah, meningkatkan pembentukan plak aterosklerotik, dan mengganggu aliran darah serebral. Selain itu, hiperglikemia meningkatkan agregasi platelet dan viskositas darah, yang berkontribusi pada pembentukan trombus dan penyumbatan arteri serebral.

d. Merokok

Mekanisme patofisiologis yang mendasari hubungan antara merokok dan stroke iskemik meliputi percepatan proses aterosklerosis akibat kerusakan endotel pembuluh darah, peningkatan agregasi platelet yang memicu pembentukan trombus, serta disfungsi endotel yang mengurangi produksi oksida nitrat, sehingga menyebabkan vasokonstriksi dan peningkatan tekanan darah.

- e. Fibrilasi Atrium
Fibrilasi atrium menyebabkan kontraksi atrium yang tidak efektif, memungkinkan pembentukan trombus di atrium kiri. Trombus ini dapat terlepas dan menyebabkan emboli ke arteri serebral, mengakibatkan stroke iskemik (Utama and Nainggolan, 2022).
- B. Stroke Hemoragik
 - a. Hipertensi
Hipertensi kronis dapat menyebabkan kerusakan pada dinding pembuluh darah, meningkatkan risiko ruptur dan perdarahan intraserebral.
 - b. Gangguan Koagulasi
Gangguan koagulasi dapat menyebabkan stroke hemoragik melalui dua mekanisme utama yaitu hiperkoagulabilitas dan hipokoagulabilitas (Wulandari et al., 2023). Pada kondisi hiperkoagulabilitas, pembekuan darah yang berlebihan dapat mengarah pada pembentukan trombus yang berisiko pecah, menyebabkan perdarahan intrakranial. Sebaliknya, pada hipokoagulabilitas, kemampuan pembekuan darah yang terganggu meningkatkan risiko perdarahan spontan, termasuk stroke hemoragik. Selain itu, pada stroke iskemik, gangguan koagulasi juga dapat memicu transformasi hemoragik, di mana infark iskemik berubah menjadi area perdarahan. Terapi antikoagulan, yang digunakan untuk mengatasi kondisi hiperkoagulabilitas, juga dapat meningkatkan risiko perdarahan pada pasien dengan stroke iskemik.
 - c. Malformasi Vaskular Serebral
Malformasi vaskular serebral, seperti malformasi arteriovenosa (MAV), adalah anomali kongenital yang ditandai oleh hubungan langsung antara arteri dan vena tanpa adanya jaringan kapiler yang normal. Ketiadaan kapiler ini menyebabkan aliran darah bertekanan tinggi langsung masuk ke dalam sistem vena yang bertekanan lebih rendah, sehingga meningkatkan risiko ruptur pembuluh darah. Ruptur ini dapat menyebabkan perdarahan intraserebral atau subaraknoid, yang berujung pada stroke hemoragik.
 - d. Konsumsi Alkohol Berlebihan
Alkohol dapat meningkatkan tekanan darah, yang berkontribusi pada hipertensi kronis sebagai faktor risiko utama untuk ruptur pembuluh darah serebral. Selain itu, alkohol menyebabkan gangguan hemostasis seperti disfungsi trombosit dan koagulopati, serta melemahkan struktur dinding pembuluh darah, sehingga meningkatkan kerentanan terhadap perdarahan intrakranial.

e. Trauma Kepala

Trauma kepala dapat menyebabkan stroke hemoragik melalui beberapa mekanisme patofisiologis, termasuk ruptur pembuluh darah intrakranial akibat benturan langsung, diseksi arteri, dan pembentukan aneurisma traumatik. Selain itu, trauma kepala juga dapat menyebabkan gangguan koagulasi dan peningkatan tekanan intrakranial, yang memperburuk risiko perdarahan. Kerusakan struktural pada dinding pembuluh darah membuatnya lebih rentan terhadap ruptur, sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya perdarahan intraserebral atau subaraknoid.

2. Faktor yang Tidak Dapat Dimodifikasi

a. Usia

Resiko stroke meningkat seiring bertambahnya usia. Data menunjukkan bahwa risiko stroke meningkat secara signifikan pada usia di atas 55 tahun. Hal ini disebabkan oleh kecenderungan pembuluh darah yang mengeras dan penumpukan plak seiring bertambahnya usia, yang dapat menghambat aliran darah ke otak.

b. Jenis Kelamin

Laki-laki memiliki risiko stroke yang lebih tinggi dibandingkan perempuan akibat faktor-faktor biologis seperti kurangnya perlindungan estrogen, serta faktor risiko kardiovaskular seperti hipertensi, dislipidemia, merokok, dan konsumsi alkohol. Selain itu, respons inflamasi yang lebih tinggi, struktur pembuluh darah yang lebih tebal, dan gaya hidup yang berisiko, seperti kurangnya kepatuhan terhadap pengelolaan faktor risiko, semakin meningkatkan kerentanannya terhadap stroke.

c. Genetik

Individu dengan riwayat keluarga yang mengalami stroke memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami kondisi serupa. Faktor genetik dapat mempengaruhi predisposisi terhadap kondisi medis tertentu yang meningkatkan risiko stroke, seperti hipertensi atau diabetes.

2.2 Status Ambulasi

2.2.1 Definisi

Status ambulasi merupakan parameter fungsional yang menggambarkan kemampuan pasien untuk melakukan mobilisasi, khususnya kemampuan berjalan yang mencakup proses berdiri, berjalan, dan mempertahankan keseimbangan secara mandiri atau dengan bantuan minimal. Secara klinis, status ambulasi tidak hanya menilai kecepatan dan jarak berjalan, tetapi juga

mengukur kestabilan postural serta integritas fungsi neuromuskular yang mendasari mobilitas tersebut. Pengukuran status ambulasi sering dijadikan indikator efektivitas program rehabilitasi, terutama pada pasien pasca-stroke, di mana peningkatan status ambulatori mencerminkan keberhasilan intervensi rehabilitatif dalam mengembalikan fungsi motorik dan kemandirian pasien

2.2.2 Alat Ukur dan Klasifikasi Status Ambulasi

Functional Ambulation Categories (FAC) merupakan salah satu instrumen yang paling sering digunakan dalam penilaian status ambulasi pasien, khususnya pada pasien pascastroke. FAC dikembangkan untuk mengklasifikasikan tingkat kemampuan berjalan pasien berdasarkan jumlah bantuan fisik yang dibutuhkan saat berjalan.

Skala FAC terdiri atas enam tingkat, yang mengklasifikasikan pasien berdasarkan tingkat dukungan fisik yang mereka butuhkan selama ambulasi:

1) FAC 0 (Non Functional Ambulator)

Pasien tidak dapat berjalan atau hanya bisa berjalan dengan bantuan fisik dari dua orang atau lebih untuk menopang berat badan dan menjaga keseimbangan. Tidak ada kemampuan ambulasi fungsional.

2) FAC 1 (Ambulator dengan Dukungan Konstan)

Pasien dapat berjalan dengan bantuan satu orang secara terus-menerus, baik untuk menopang sebagian berat badan atau menjaga kestabilan postur.

3) FAC 2 (Ambulator dengan Bantuan Minimal)

Pasien hanya membutuhkan bantuan ringan secara intermiten, seperti pegangan tangan sesekali, tetapi masih mampu mempertahankan sebagian besar keseimbangan dan kontrol motorik sendiri.

4) FAC 3 (Ambulator dengan Supervisi/Pengawasan)

Pasien dapat berjalan secara mandiri tanpa bantuan fisik, namun memerlukan pengawasan karena masih ada ketidakstabilan ringan atau defisit kognitif yang berisiko terhadap keselamatan.

5) FAC 4 (Ambulator Independent di Permukaan Datar)

Pasien mampu berjalan secara mandiri di permukaan datar tanpa bantuan atau supervisi, tetapi belum mampu melakukannya di medan tidak rata atau dalam lingkungan kompleks (misalnya, menaiki tangga, permukaan licin).

6) FAC 5 (Ambulator Mandiri)

Pasien menunjukkan kemampuan ambulatori yang optimal, yaitu dapat berjalan secara mandiri dan aman tanpa bantuan manual maupun alat bantu dalam segala situasi dan kondisi, termasuk di medan tidak rata, menaiki atau menuruni tangga, serta di lingkungan yang kompleks.

2.2.3 Faktor Faktor Yang Mempengaruhi Proses Rehabilitasi Ambulasi Pasca Stroke

Rehabilitasi ambulasi pasca-stroke merupakan proses yang kompleks dan dipengaruhi oleh berbagai faktor. Keberhasilannya tidak hanya bergantung pada kondisi fisik pasien, tetapi juga pada dukungan lingkungan dan terapi yang diberikan. Beberapa faktor dapat mempercepat pemulihan, sementara yang lain dapat menjadi hambatan dalam proses rehabilitasi. Berikut adalah faktor-faktor yang berperan dalam proses ini.

a. Faktor Pendukung

1) Kekuatan Otot dan Fungsi Motorik Yang Optimal

Kekuatan otot, terutama pada ekstremitas bawah, sangat penting dalam mendukung kemampuan berjalan pasien pasca-stroke. Fungsi motorik yang baik memungkinkan pasien mengontrol gerakan secara efektif, sehingga mempercepat proses rehabilitasi ambulasi (Gallanagh et al., 2011)

2) Dukungan Keluarga dan Sosial

Dukungan emosional dan praktis dari keluarga serta lingkungan sosial berperan penting dalam meningkatkan motivasi dan kepatuhan pasien terhadap program rehabilitasi. Pasien dengan dukungan sosial yang kuat cenderung menunjukkan hasil rehabilitasi yang lebih baik (Lee and Won, 2022).

3) Motivasi Pasien

Tingkat motivasi yang tinggi berhubungan erat dengan kepatuhan terhadap latihan dan partisipasi aktif dalam terapi, yang pada akhirnya meningkatkan hasil fungsional

4) Penggunaan Alat Bantu Yang Efektif

Memilih alat bantu yang sesuai dengan kebutuhan individu pasien dan memastikan penggunaannya yang tepat dapat meningkatkan efektivitas program rehabilitasi, mempercepat pemulihan, dan meningkatkan kemandirian pasien dalam aktivitas sehari-hari.

b. Faktor Penghambat

1) Usia Lanjut

Pasien yang berusia ≥ 75 tahun cenderung memiliki pemulihan ambulasi yang lebih lambat dibandingkan kelompok usia 65–74 tahun karena penurunan kapasitas fisiologis, berkurangnya neuroplastisitas, serta meningkatnya komorbiditas (Pollock et al., 2014)

2) Defisit Neurologis yang Berat

Tingkat keparahan stroke yang tinggi seringkali menyebabkan defisit neurologis signifikan, seperti hemiparesis berat, yang secara langsung menghambat kemampuan pasien untuk berjalan. Defisit ini

membatasi partisipasi pasien dalam program rehabilitasi dan memperlambat proses pemulihan (Shahid et al., 2023).

3) Penyakit Komorbid

Kehadiran penyakit penyerta seperti diabetes mellitus, penyakit jantung, atau arthritis dapat memperlambat proses rehabilitasi. Komorbiditas ini seringkali menyebabkan keterbatasan fisik tambahan dan meningkatkan risiko komplikasi selama terapi.

4) Gangguan Kognitif dan Persepsi

Stroke dapat menyebabkan gangguan kognitif, termasuk defisit memori, perhatian, dan fungsi eksekutif, yang mempengaruhi kemampuan pasien untuk memahami dan mengikuti instruksi rehabilitasi. Gangguan persepsi, seperti hemineglect, juga dapat menghambat kemampuan pasien dalam menavigasi lingkungan sekitarnya dengan aman (Kerkhoff et al., 2021).

2.3 Kekuatan Otot

2.3.1 Definisi

Kekuatan otot adalah kemampuan fisiologis suatu otot atau sekelompok otot untuk menghasilkan tegangan maksimal terhadap suatu tahanan atau resistensi dalam satu usaha kontraksi volunter. Kemampuan ini merupakan hasil interaksi antara sistem neuromuskular, termasuk integritas unit motorik, koordinasi neuromuskular, serta massa dan kualitas jaringan otot.

Dalam konteks rehabilitasi medik, kekuatan otot merupakan komponen penting yang menentukan kemampuan fungsional seseorang, termasuk dalam melakukan aktivitas sehari-hari seperti berjalan, mengangkat benda, dan menjaga postur tubuh. Penurunan kekuatan otot dapat mengakibatkan penurunan kemampuan fungsional, yang pada akhirnya dapat menyebabkan ketergantungan pada orang lain dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Oleh karena itu, penilaian kekuatan otot menjadi aspek penting dalam evaluasi kondisi fisik dan perencanaan program rehabilitasi, terutama pada populasi lansia.

2.3.2 Alat Ukur Kekuatan Otot

Pengukuran kekuatan otot merupakan aspek penting dalam evaluasi kondisi fungsional pasien, terutama dalam konteks rehabilitasi medik. Kekuatan otot didefinisikan sebagai kemampuan maksimal otot atau kelompok otot untuk menghasilkan gaya terhadap suatu tahanan dalam satu usaha kontraksi volunter. Menurut International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF), kekuatan otot termasuk dalam fungsi tubuh yang disebut sebagai "fungsi kekuatan otot" (Bohannon, 2019).

Salah satu metode yang umum digunakan untuk menilai kekuatan otot adalah **Manual Muscle Testing (MMT)**, yang menggunakan skala penilaian 0 hingga 5:

- 1) Grade 0 (Tidak ada kontraksi otot yang terdeteksi)
Tidak ada kontraksi otot yang terdeteksi sama sekali. Meskipun ada upaya untuk merangsang otot, tidak ada gerakan atau aktivitas otot yang tampak. Hal ini menunjukkan bahwa otot tersebut tidak berfungsi dan seringkali terkait dengan cedera saraf atau kerusakan otot yang sangat berat.
- 2) Grade 1 (Terdapat kontraksi otot yang dapat diraba, namun tidak menghasilkan gerakan)
Menunjukkan bahwa meskipun kontraksi otot dapat dirasakan oleh evaluator melalui palpasi, kontraksi tersebut tidak menghasilkan gerakan. Artinya, otot bisa berkontraksi, namun tidak cukup kuat untuk menghasilkan gerakan yang dapat diamati. Ini biasanya ditemukan pada tahap pemulihan yang sangat awal, atau pada kondisi otot yang sangat lemah.
- 3) Grade 2 (Gerakan penuh tanpa melawan gravitasi)
Otot dapat menghasilkan gerakan penuh, namun gerakan ini terjadi tanpa melawan gravitasi. Misalnya, pasien mungkin dapat menggerakkan anggota tubuh dalam posisi horizontal, namun tidak mampu melawan gravitasi. Grade ini menunjukkan bahwa otot memiliki kemampuan dasar untuk bergerak, tetapi kekuatan untuk melawan gravitasi belum sepenuhnya pulih.
- 4) Grade 3 (Gerakan penuh melawan gravitasi tanpa tahanan tambahan)
Otot dapat melakukan gerakan penuh melawan gravitasi tanpa bantuan tambahan. Artinya, otot bisa menghasilkan gerakan dengan bebas tanpa adanya perlawanan dari evaluator atau alat bantu. Ini menunjukkan kekuatan yang cukup untuk melakukan aktivitas dasar sehari-hari, meskipun belum cukup kuat untuk tugas-tugas yang memerlukan resistensi ekstra.
- 5) Grade 4 (Gerakan penuh melawan gravitasi dengan tahanan sedang)
Otot mampu menghasilkan gerakan penuh melawan gravitasi dengan resistensi sedang dari evaluator. Tahanan ini menandakan bahwa otot masih mengalami kelemahan dibandingkan dengan kekuatan otot normal, namun masih dapat melawan resistensi dengan baik. Otot pada grade ini menunjukkan kemampuan untuk melakukan tugas yang lebih menantang, namun belum sepenuhnya normal.
- 6) Grade 5 (Kekuatan normal)
Menunjukkan kekuatan otot normal, di mana otot mampu melakukan gerakan penuh melawan gravitasi dengan tahanan maksimal dari evaluator tanpa penurunan kecepatan atau kekuatan gerakan. Grade ini menunjukkan bahwa otot berfungsi secara optimal, tanpa adanya kelemahan.

2.3.3 Faktor yang Mempengaruhi Kekuatan Otot

1. Usia

Penuaan adalah faktor utama yang menyebabkan penurunan kekuatan otot, suatu kondisi yang dikenal sebagai sarkopenia. Penurunan massa otot ini mulai terjadi pada usia sekitar 30 tahun dan menjadi lebih cepat setelah usia 60 tahun. Penurunan ini disertai dengan penurunan kapasitas kontraksi otot, daya ledak, dan kekuatan keseluruhan. Pada lansia, perubahan hormonal, penurunan aktivitas fisik, dan peningkatan peradangan sistemik berkontribusi pada proses ini (Wilkinson et al., 2018)

2. Jenis Kelamin

Perbedaan hormon, khususnya kadar testosteron, menyebabkan perbedaan dalam ukuran dan kekuatan otot antara pria dan wanita. Pria memiliki massa otot yang lebih besar dan kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan wanita, meskipun perbedaan ini dapat dikurangi dengan pelatihan kekuatan yang terstruktur. Penelitian menunjukkan bahwa serat otot tipe II lebih besar pada pria, yang berkontribusi pada kemampuan mereka untuk menghasilkan kekuatan yang lebih besar dalam aktivitas yang membutuhkan daya ledak (Esbjörnsson et al., 2021)

3. Ukuran Otot (Cross-sectional Area)

Ukuran otot adalah salah satu faktor utama yang mempengaruhi kekuatan otot. Otot yang lebih besar atau memiliki area penampang yang lebih luas cenderung menghasilkan gaya yang lebih besar karena lebih banyak serat otot yang terlibat dalam kontraksi. Otot yang terlatih, terutama melalui latihan resistensi atau beban, mengalami hipertrofi (peningkatan ukuran serat otot), yang secara langsung meningkatkan kekuatan otot.

4. Tipe Serat Otot

Otot terdiri dari dua tipe utama serat otot, yaitu serat tipe I (serat lambat) dan tipe II (serat cepat). Serat tipe II lebih efisien dalam menghasilkan gaya yang besar dan berkontraksi lebih cepat, sehingga otot dengan proporsi serat tipe II yang lebih banyak akan memiliki kekuatan yang lebih besar. Sebaliknya, serat tipe I lebih efisien dalam aktivitas yang membutuhkan daya tahan lama, meskipun menghasilkan kekuatan yang lebih rendah. Sebuah studi menunjukkan bahwa proporsi serat tipe II yang lebih tinggi dalam otot berhubungan dengan kemampuan otot untuk menghasilkan kekuatan eksplosif, yang penting dalam latihan kekuatan dan aktivitas yang memerlukan gerakan cepat (Kuschel et al., 2022)

5. Kapasitas Oksidatif dan Fungsi Metabolik

Kekuatan otot juga dipengaruhi oleh kapasitas metabolik, khususnya kapasitas oksidatif otot yang berkaitan dengan jumlah mitokondria dalam serat otot. Mitokondria adalah organel yang menghasilkan energi (ATP) melalui proses respirasi seluler. Semakin tinggi kapasitas oksidatif,

semakin baik otot dalam mempertahankan kontraksi dalam jangka waktu yang lebih lama tanpa kelelahan. Penelitian menunjukkan bahwa gangguan metabolik, seperti resistensi insulin, dapat menurunkan kekuatan otot, terutama pada pasien dengan diabetes, karena penurunan kemampuan otot untuk memproduksi energi (Someya et al., 2021).

2.3.4 Peran Kekuatan Otot dalam Rehabilitasi Pasca Stroke

Kekuatan otot merupakan komponen krusial dalam proses rehabilitasi pasien pasca stroke karena berperan langsung dalam pemulihan fungsi motorik dan kemampuan ambulasi. Stroke seringkali menyebabkan kelemahan otot (hemiparesis) pada satu sisi tubuh akibat kerusakan jalur motorik di sistem saraf pusat. Kelemahan ini berdampak signifikan terhadap kemampuan pasien dalam melakukan pergerakan fungsional, termasuk berdiri, berjalan, dan berpindah posisi.

Dalam program rehabilitasi medik, latihan penguatan otot menjadi salah satu fokus utama terapi. Otot yang kuat, khususnya pada ekstremitas bawah, mendukung kestabilan tubuh dan membantu pasien mencapai status ambulasi yang lebih baik, baik secara mandiri maupun dengan alat bantu. Peningkatan kekuatan otot juga berkorelasi dengan peningkatan kemandirian dalam aktivitas sehari-hari dan penurunan risiko komplikasi akibat imobilisasi jangka panjang.

Lebih jauh lagi, kekuatan otot sering dijadikan sebagai indikator keberhasilan program rehabilitasi karena berhubungan erat dengan peningkatan mobilitas dan kualitas hidup pasien pasca stroke. Oleh karena itu, evaluasi kekuatan otot menjadi aspek penting dalam menentukan efektivitas intervensi rehabilitatif pada pasien stroke.

2.4 Hubungan Status Ambulasi dan Kekuatan Otot Pasien Pasca Stroke

Stroke merupakan salah satu penyebab utama kecacatan neurologis yang dapat berdampak jangka panjang terhadap fungsi motorik. Salah satu akibat yang paling sering terjadi adalah kelemahan otot pada ekstremitas, terutama ekstremitas bawah, yang disebabkan oleh kerusakan pada jalur motorik pusat. Kelemahan otot ini secara langsung memengaruhi kemampuan ambulasi pasien, yakni kemampuan untuk berjalan secara mandiri, dengan bantuan, atau tidak sama sekali. Dalam konteks rehabilitasi medik, ambulasi merupakan indikator penting dari kemandirian fungsional dan kualitas hidup pasien pasca stroke.

Kekuatan otot sangat berperan dalam menunjang berbagai elemen dari proses ambulasi, termasuk stabilitas postural, pengendalian langkah, kemampuan mempertahankan keseimbangan, serta adaptasi terhadap perubahan lingkungan saat berjalan. Ketika kekuatan otot ekstremitas bawah menurun, pasien cenderung mengalami keterbatasan dalam mobilisasi, ketergantungan terhadap alat bantu

jalan, serta peningkatan risiko jatuh. Sebaliknya, peningkatan kekuatan otot melalui intervensi rehabilitatif terbukti dapat memperbaiki kemampuan fungsional berjalan, meningkatkan kecepatan berjalan, serta memperpendek waktu yang dibutuhkan untuk mencapai status ambulasi yang lebih baik.

Dalam sebuah tinjauan sistematis dan meta-analisis menyatakan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara kekuatan otot tungkai dengan performa berjalan pada pasien pasca stroke. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa pasien dengan kekuatan otot lebih tinggi memiliki kecepatan berjalan yang lebih baik serta tingkat ambulasi yang lebih mandiri dibandingkan pasien dengan kelemahan otot signifikan. Korelasi ini juga semakin kuat pada pasien dengan derajat gangguan fungsional yang lebih berat, menandakan bahwa kekuatan otot adalah komponen kunci dalam pemulihan ambulasi (Dorsch et al., 2021).

Oleh karena itu, dalam manajemen rehabilitasi pasien pasca stroke, penilaian dan peningkatan kekuatan otot harus menjadi fokus utama. Latihan resistensi atau penguatan otot terbukti berkontribusi terhadap peningkatan kemampuan berjalan dan secara tidak langsung meningkatkan kualitas hidup serta kemandirian pasien dalam menjalani aktivitas sehari-hari. Dengan demikian, kekuatan otot bukan hanya memengaruhi status ambulasi, namun juga menjadi salah satu indikator penting dalam menilai keberhasilan program rehabilitasi medik secara menyeluruh.