

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. *Down Syndrome*

1. Definisi *Down Syndrome*

Menurut Kim *et al.* (2017), sindrom Down adalah cacat genetik yang berkembang pada tahap embrionik sebagai akibat dari pembelahan sel yang salah, yang menciptakan dua salinan kromosom 21. Akibatnya, anak-anak dengan sindrom Down memiliki 47 kromosom, dibandingkan dengan jumlah normal 46. Jumlah kromosom manusia normal mulai dari 23 dan meningkat menjadi 46 berpasangan. Individu yang memiliki sindrom Down memiliki trisomi 21, atau kelebihan kromosom 21, yang membuat jumlah kromosom keseluruhan mereka 47. Overindulgence dapat menyebabkan anomali dalam sistem metabolisme sel, yang pada akhirnya mengarah pada perkembangan sindrom Down (Wiyani, 2014).

Dr. John Langdon Down sebagai penemu awal penyakit ini pada tahun 1866, penyakit yang menghambat perkembangan mental dan fisik. Ciri-ciri tubuh yang memberi kesan tingginya relatif pendek, kepala kecil, dan hidung rata yang menyerupai mongoloid, atau yang biasa disebut mongolisme. Ungkapan "down syndrome" diciptakan pada 1970-an oleh spesialis dari Amerika dan Eropa, yang merujuk pada nama penemu asli sindrom tersebut (Solicha & Suyadi, 2021).

Anak-anak dengan sindrom Down dapat diidentifikasi dari ciri-cirinya, yang meliputi bentuk kepala yang lebih kecil, bentuk mata sempit, hidung rata, dan tangan dan kaki yang relatif kecil, menurut Irwanto *et al.*, 2019.

2. Prevalensi

Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), ada satu kejadian sindrom Down untuk setiap 1.000 kelahiran hingga 1.100 kelahiran secara global. Antara 3.000 dan 5.000 bayi dilahirkan dengan penyakit ini setiap tahun. Pada 2019, jumlah kasus yang diproyeksikan di seluruh dunia dengan sindrom Down akan menjadi 1.579.784. Sekitar satu bayi dari setiap 1000 lahir dengan sindrom Down. Menurut data yang dirilis oleh pemerintah Kanada pada tahun 2017, ada 15,8 kasus sindrom Down untuk setiap 10.000 kelahiran hidup di Kanada (Chen, *et al.*, 2022). Penilaian terhadap 206.295 ibu hamil yang menjalani skrining prenatal untuk sindrom Down pada trimester kedua di Rumah Sakit Ibu dan Anak di Hubai, Cina, dilakukan dan dilaporkan dalam sebuah makalah pada tahun 2021. Menurut temuan penelitian, 0,67% wanita hamil di bawah usia 26 tahun memiliki sindrom Down. Insiden pada rentang usia 27-33 diamati 0,29%. Sementara itu, kejadiannya adalah 2,07% pada kelompok usia di atas 34 tahun (Badan Kesehatan Masyarakat Kanada, 2017). Pada tahun 2015, 1.657 kasus sindrom Down ditemukan dari 2.488 rumah sakit (RS), menurut statistik dari Sistem Informasi Rumah Sakit (SIRS) online. 4.494 kasus sindrom Down tercatat pada tahun 2016 berdasarkan data dari 2.598 rumah

sakit. Sementara itu, tercatat 4.130 kasus down syndrome pada tahun 2017 menurut data dari 2.776 rumah sakit (Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2019). Dalam studi tahun 2017, Ariani dkk. melaporkan 103 pasien dengan kelainan bawaan sejak Januari 2011 hingga Juni 2013, berdasarkan temuan pemeriksaan sitogenik Departemen Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia (FKUI). Angka ini menunjukkan bahwa ada 78,6% (atau 55 kasus) orang dengan sindrom Down.

Di Indonesia, jumlah kasus down syndrome cenderung meningkat. Angka kejadian down syndrome memiliki kecenderungan meningkat, menurut Riskesdas dari 2010 hingga 2018. Pada 2018, 0,41 persen anak-anak antara usia 24 dan 59 bulan memiliki kelainan kelahiran, sementara 0,21 persen dari anak-anak yang sama memiliki sindrom Down. Menurut Riskesdas pada tahun 2018, sindrom Down juga dikaitkan dengan persentase kelainan kelahiran tertinggi kedua (0,21%) (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2019).

3. Etiologi

Menurut Irwanto *et al.* (2019), kasus trisomi 21 yang terkait dengan sindrom Down dapat muncul tidak hanya selama meiosis tetapi juga selama tahap awal pembentukan zigot. Pada awal meiosis I, perkembangan oosit primer berhenti dan tetap tidak berubah sampai ovulasi terjadi. Oosit menjadi non-disjungsi di antara langkah-langkah ini. Meiosis I menciptakan sel telur dengan 21 autosom, yang menjadi zigot trisomi 21 ketika dibuahi oleh spermatozoa biasa yang diisi

dengan autosom 21. Ada kemungkinan penyebab lain dari *nondisjunction* ini, termasuk:

a. Peradangan virus

Jenis infeksi virus prenatal tertentu yang disebut rubella yang menunjukkan karakteristik teratogen di lingkungan. Rubella mempengaruhi mutasi gen yang mengubah jumlah atau bentuk kromosom serta embriogenesis.

b. Radiasi

Salah satu elemen yang mengarah pada kejadian non-disjungtinal dalam kasus-kasus tertentu down syndrome adalah radiasi. Diperkirakan 30% ibu yang melahirkan anak dengan down syndrome menjalani terapi radiasi sebelum hamil. Sejumlah kasus down syndrome dilaporkan telah dikaitkan dengan kecelakaan reaktor nuklir Chernobyl 1986 di Berlin.

c. Telur yang menua

Kualitas telur dipengaruhi oleh usia lanjut ibu. Setiap bulan, ketika wanita menstruasi, setiap sel telur wanita yang telah berkembang saat masih dalam kandungan akan tumbuh satu per satu. Seiring bertambahnya usia wanita, telurnya menjadi kurang sehat, yang meningkatkan kemungkinan kesalahan pembelahan yang terjadi selama pembuahan spermatozoa. Masalah berikutnya adalah penuaan sel spermatozoa laki-laki dan pematangan sel sperma di epididimis. Faktor-faktor ini akan mempengaruhi

motilitas sel sperma dan juga dapat berkontribusi pada pengaruh tambahan kromosom 21 ayah.

d. Usia ibu

Bayi dengan down syndrome akan memiliki kesempatan lebih tinggi untuk dilahirkan dari seorang wanita di atas 35 tahun. Persentase bayi baru lahir dengan down syndrome di antara ibu di atas 35 adalah 1/400 dari total tingkat kelahiran, tetapi persentase di antara ibu di bawah 30 kurang dari 1/1000 dari tingkat kelahiran. Kemungkinan *nondisjunction* dibangkitkan oleh perubahan endokrin seperti peningkatan sekresi androgen, menurunkan dosis hidroepiandrosteron, penurunan konsentrasi estradiol sistemik, perubahan konsentrasi reseptor hormon, dan peningkatan mendadak hormon *luteinizing* dan hormon perangsang folikel sebelum dan selama menopause.

4. Patofisiologi

Tiga jenis penyakit kromosom yang berbeda dikaitkan dengan down syndrome, menurut data dari Canadian Down Syndrome Society pada tahun 2009. Gangguan ini termasuk:

a. Trisomi 21

Hingga 95% kasus down syndrome disebabkan oleh kromosom tambahan pada kromosom ke-21, yang menyiratkan bahwa setiap sel dalam tubuh memiliki kromosom ekstra yang dikendalikan oleh kromosom ke-21. Biasanya, ada 46 kromosom secara total, namun dalam kasus down syndrome, kromosom

tambahan hadir pada kromosom ke-21, membuat jumlah kromosom 47.

b. Translokasi

Tiga persen kasus down syndrome disebabkan oleh pola translokasi. Adanya beberapa kromosom tambahan yang terjebak pada kromosom 21 menyebabkan translokasi. Ini terjadi ketika bagian atas kromosom 21 dihapus atau digantikan oleh kromosom tetangga yang tidak aktif secara genetik yang memiliki ujung identik dengan bagian kromosom 21 yang hilang dan bergabung dengannya.

c. Mosaik

Dalam kondisi ini, satu pasien down syndrome memiliki beberapa sel dengan kromosom ekstra sementara sel-sel lain normal. Ketika seseorang memiliki mosaikisme, ciri-ciri fisik dan mental mereka kurang terlihat dan mereka umumnya tumbuh kembali normal. Namun demikian, mosaik hanya mewakili 2% dari semua kejadian down syndrome, menjadikannya varian yang paling langka (Soetjiningsih, 2014).

5. Gambaran Klinis *Down Syndrome*

Menurut Irwanto *et al.* (2019), anak dengan *down syndrome* dapat diidentifikasi dari atribut fisiknya, yang meliputi sebagai berikut:

- a. Ukuran kepala terukur kecil jika dibandingkan dengan anak normal atau *microcephaly* yang tenguknya berkondisi datar

- b. Ukuran ubun-ubun relatif lebih besar dan menutup lebih lambat dengan perkiraan rata-rata umur sekitar dua tahun
- c. Mata berbentuk sipit dengan sudut pada area tengah membentuk lipatan (*epicanthal folds*)
- d. Mulut berukuran kecil dan lidah berukuran besar (*macroglossia*), sehingga terlihat menojol keluar
- e. Ukuran saluran telinga lebih kecil yang dapat menyumbat sesuatu, sehingga menyebabkan masalah pendengaran jika tidak diterapi
- f. Telapak tangan bergaris melintang horizontal atau *simian crease*
- g. Tonus otot yang rendah
- h. Jembatan hidung berbentuk datar (*depressed nasal bridge*), cuping hidung dan jalan napas berukuran lebih kecil
- i. Tubuh yang pendek
- j. Daggu berukuran kecil atau *micrognathia*
- k. Gigi bergeligi kecil (*microdontia*) yang muncul dengan waktu lebih lambat dalam urutan yang tidak sebagaimana mestinya, dan 12)
- l. Terdapat spot berwarna putih di iris mata (*Brushfield spots*)

Karena masalah pertumbuhan sering terjadi pada anak-anak dengan down syndrome, penilaian parameter antropometri rutin dan akurasi dalam menentukan status gizi dan pertumbuhan sangat penting. Pencapaian perkembangan optimal pada anak-anak bergantung pada kecukupan gizi selama tahap

pertumbuhan awal mereka (Groce, 2014). Anak-anak di bawah usia lima tahun (0-60 bulan) harus memiliki nilai BMI mereka dibandingkan dengan nilai BMI standar WHO 2005 (WHO, 2006), sementara anak-anak dan remaja berusia 5-19 tahun harus memiliki nilai BMI mereka dibandingkan dengan referensi WHO / NCHS 2007 (WHO, 2007). Ini akan membantu menetapkan status gizi anak-anak dan remaja ini. Saat ini, menggunakan Z-score adalah cara paling populer untuk mengekspresikan indeks. Z-score dihitung dengan membagi perbedaan antara nilai individu dan nilai median populasi referensi dengan standar deviasi populasi referensi. Lembaga yang berbeda dapat digunakan untuk klasifikasi.

Kategorisasi Kementerian Kesehatan Indonesia dan klasifikasi WHO tidak sama. Kurva Z-Score mengategorikan Indeks Massa Tubuh (BMI) anak-anak ke dalam kelompok-kelompok berikut, per Organisasi Kesehatan Dunia:

Tabel 2. 1 Klarifikasi IMT menurut WHO

Nilai Z-Skor	Klasifikasi
z-skor $\geq +2$	Overweight (kelebihan berat badan)
$-2 \leq z\text{-skor} < +2$	Normal
$-3 \leq z\text{-skor} < -2$	Kurus
z-skor < -3	Sangat Kurus

Klasifikasi menurut Kemenkes RI (2010) dibedakan pada kelompok usia 0-60 bulan dengan kelompok usia 5-18 bulan. Menurut Kemenkes RI (2010), Indeks Masa Tubuh (IMT) anak sesuai kurva Z-Skor terdapat klasifikasi sebagai berikut :

Tabel 2. 2 Klasifikasi IMT menurut Kemenkes RI untuk anak usia 0-60 bulan

Nilai Z-skor	Klasifikasi
$z\text{-skor} \geq +2$	Gemuk
$-2 \leq z\text{-skor} < +2$	Normal
$-3 \leq z\text{-skor} < -2$	Kurus
$z\text{-skor} < -3$	Sangat kurus

Tabel 2. 3 Klasifikasi IMT menurut Kemenkes RI untuk anak usia 5-18 tahun

Nilai Z-skor	Klasifikasi
$z\text{-skor} \geq +2$	Obesitas
$+1 \leq z\text{-skor} < +2$	Gemuk
$-2 \leq z\text{-skor} < +1$	Normal
$-3 \leq z\text{-skor} < -2$	Kurus
$z\text{-skor} < -3$	Sangat kurus

6. Prognosis

Menurut Pedretti *et al.* (2001), 51% anak-anak dengan down syndrome dapat berguling pada enam bulan, duduk pada dua belas bulan, 78% dapat merangkak pada delapan belas bulan, 34% dapat berjalan pada 24 bulan, 40% dapat berlari, berjalan di tangga, dan antara 45% dan 52% dapat melompat pada usia lima tahun. Pada usia empat bulan, ia dapat meluruskan kepalanya; pada usia tujuh bulan, ia bisa tidur tengkurap; pada tiga belas bulan, ia bisa merangkak; pada delapan belas bulan, itu bisa berdiri; dan pada dua puluh tujuh bulan, itu bisa berbohong (Russel et al., 2016). 44% kasus down syndrome bertahan hidup hingga usia 60 tahun, dan 14% hidup hingga 68 tahun, menurut Soetjningsih (2014). Anak-anak dengan down syndrome memiliki harapan hidup yang lebih pendek

karena berbagai penyebab, yang paling signifikan adalah tingginya insiden penyakit jantung bawaan, yang menyumbang 80% kematian, terutama pada tahun pertama kehidupan.

B. Core Stability Exercise

1. Definisi Latihan Stabilitas Inti (*Core Stability Exercise*)

Otot pada inti tubuh berfungsi sebagai satu kesatuan untuk menjaga tulang belakang dan tubuh selama aktivitas yang melibatkan atau tidak melibatkan gerakan anggota tubuh (Abhilash, *et al* 2021). Menurut Szafraniec *et al.* (2018), stabilitas inti adalah landasan kontrol keseimbangan tubuh. Ini mengacu pada kapasitas untuk mengatur posisi dan gerakan batang tubuh di atas panggul dan kaki dengan menghasilkan, mentransfer, dan mengelola kekuatan dan gerakan optimal menuju segmen terminal selama aktivitas dinamis.

2. Manfaat Latihan Stabilitas Inti (*Core Stability Exercise*)

Latihan yang berfokus pada stabilitas inti dapat membantu kontrol keseimbangan (Szafraniec *et al.*, 2018). Latihan untuk stabilitas inti akan membangun otot perut yang mendukung tulang belakang, panggul, dan bahu, memungkinkan mereka untuk mendukung gerakan terkoordinasi dari ekstremitas dan mempertahankan postur tubuh (Sanad *et al.*, 2022). Peningkatan refleks otot dan proses proprioseptif yang lebih cepat adalah tanda-tanda sistem motorik yang lebih kuat, menurut Ponde *et al.* (2021) ketika latihan stabilitas inti dilakukan. Proses ini mempengaruhi

kontrol keseimbangan. Menurut definisi, menjaga keseimbangan tubuh membutuhkan kerja sama dua sistem organ: sistem muskuloskeletal, yang terkait dengan fungsi motorik, dan sistem somatosensori, yang terkait dengan kognisi.

3. Teknik Latihan Stabilitas Inti (*Core Stability Exercise*)

Latihan untuk stabilitas inti juga mudah dilakukan karena tidak memerlukan banyak ruang atau peralatan, dan lebih mudah untuk mengukur berapa banyak yang terlalu banyak. Latihan yang ditawarkan antara lain *superman*, *supine bridge*, dan *donkey kick*. Tahan postur selama tiga set sepuluh hitungan, dengan istirahat dua hingga lima menit di antara setiap set untuk pemulihan (Endarwati *et al*, 2022).

a. *Superman*

Posisikan anak berbaring tengkurap pada lantai dengan kaki lurus dan tangan lurus ke depan. Lalu angkat lengannya dari lantai, sehingga dada bagian atas juga terangkat. Posisi tersebut seperti posisi terbang pahlawan super.



Gambar 2. 1 Superman Exercise
(American Physical Therapy Association, 2024)

b. *Supine Bridge*

Posisikan anak berbaring telentang dengan lutut ditekuk dan kaki rata di lantai. Mintalah anak untuk mendorong tumitnya dengan kuat untuk mengangkat bagian punggung bawah dari lantai. Pastikan anak dapat menjaga kepala dan bahunya tetap di lantai.



Gambar 2. 2 *Supine Bridging*
(American Physical Therapy Association, 2024)

c. *Donkey Kicks*

- 1) Posisikan anak dengan lutut harus tetap pada sudut 90 derajat dan tidak boleh melebihi tinggi pinggul pada puncak gerakan
- 2) Mintalah anak untuk mengangkat kakinya secara bergantian
- 3) Kontrol leher anak supaya tetap netral dan sejajar dengan tulang belakang



Gambar 2. 3 *Donkey Kicks Exercise*
(Stockphoto LP. Desain, 2024)

C. *Hopscotch*

1. Definisi *Hopscotch*

Utomo & Ismail (2019) menyatakan bahwa permainan engklek atau hopscotch ini biasanya dipraktikkan dengan setidaknya oleh tiga peserta. Semakin banyak pesertanya maka akan menambah kesan keseruan pada permainan ini. Permainan Engklek ini membutuhkan pecahan genting ataupun pecahan keramik dan kapur tulis atau ranting untuk membuat garis sebagai area permainan.

2. Manfaat *Hopscotch*

Pemberian latihan *Hopscotch* bermanfaat untuk melatih keseimbangan. Pada anak *down syndrome* metode ini bermanfaat untuk meningkatkan kemampuan motorik anak, meningkatkan kemampuan tubuh terhadap gravitasi, melatih *input vestibular*, kemampuan reka *visual*, meningkatkan *motor planning* atau perencanaan gerak serta meningkatkan kemampuan deferensiasi tekstur indra peraba sehingga akan meningkatkan keseimbangan dalam menjaga stabilitas tubuh.

3. Teknik Permainan *Hopscotch*

Utomo & Ismail (2019) juga menyatakan aturan bermain engklek, yaitu para peserta terlebih dahulu akan menggambar area bermain sesuai kesepakatan. Apabila permainan dilaksanakan di tanah maka bisa memanfaatkan ranting pohon untuk menggambar garis area permainan. Apabila permainan engklek dilaksanakan pada halaman semen atau aspal maka dapat menggunakan kapur tulis untuk menggambar area permainan. Urutan peserta untuk bermain terlebih dahulu ditentukan melalui hompimpah atau suit. Kemudian peserta yang menang bisa bermain dengan melempar pecahan genting atau keramik miliknya ke dalam bangun datar persegi. Apabila pecahan genting atau keramik yang dilempar tersebut melewati garis bangun datar persegi maka peserta akan digantikan dengan peserta lain yang mendapat giliran berikutnya. Selanjutnya pemain melompat dari satu bangun datar persegi ke bangun datar persegi lainnya dengan menggunakan satu kaki, namun apabila pemain telah sampai pada dua

kotak, maka pemain harus melompat dengan kedua kaki yang masing-masing kaki harus mengijak masing-masing bangun datar persegi dari kedua bangun datar persegi tersebut. Bangun datar persegi yang terdapat pecahan genting tidak boleh diinjak oleh setiap pemain. Jadi para pemain harus melompat ke bangun datar persegi berikutnya. Pemain dinyatakan kalah jika menginjak garis bidang atau bagian luar bidang.



Gambar 2. 4 Teknik Hopscotch
(Edumarking USA, 2017)

4. Program Latihan Permainan *hopscotch* untuk anak *down syndrome*

Anak-anak yang lahir dengan kondisi *down syndrome* memiliki masalah motorik seperti terjadinya hipotonus, kelemahan ligamen, kelemahan otot, masalah dalam mengontrol postural, dan proprioseptif yang tidak berfungsi secara normal. Berbagai masalah terkait motorik tersebut, Melo *et al.* (2022) menyatakan individu-individu *down syndrome* harus memulai atau mempertahankan latihan resistensi secara teratur dengan tujuan untuk memperbaiki masalah

motorik yang dialami. Selain itu, Legerlotz (2020) menyatakan latihan resistensi dapat meningkatkan kekuatan dan fungsi otot pada anak-anak *down syndrome*. Pelatihan trampolin yang merupakan latihan dengan bentuk gerakan utama melompat dan meloncat, hasil dari pengujian menunjukkan secara signifikan efektif untuk meningkatkan keseimbangan dan kinerja motorik anak-anak dengan disabilitas intelektual (Giagazoglou *et al.*, 2013). Berdasarkan penjelasan yang ada terkait metodologi latihan untuk memperbaiki masalah motorik anak-anak *down syndrome*, dapat disimpulkan bahwa latihan resistensi dan latihan keseimbangan terkhususnya dengan gerakan melompat dan meloncat menjadi latihan yang efektif, gerakan-gerakan melompat dan meloncat juga terdapat pada permainan *hopscotch* atau engklek.

Melo *et al.* (2022) menyatakan program pelatihan resistensi untuk individu *down syndrome* dapat dilakukan dengan durasi, frekuensi, set, dan repetisi sebagai berikut:

- a. Lama dari program pelatihan berkisar antara 6 hingga 21 minggu, tetapi penelitian yang diresepkan pada 12 minggu lebih sering dilakukan.
- b. Frekuensi latihan baik untuk kelompok otot besar maupun kecil harus dilatih 2–3 kali seminggu.
- c. Dua hingga tiga set direkomendasikan bagi kebanyakan orang dewasa untuk meningkatkan kekuatan.
- d. Pengulangan gerakan dilakukan dengan jumlah 6 hingga 12 repetisi direkomendasikan untuk meningkatkan kekuatan.

Giagazoglou *et al.* (2013) menyatakan individu dengan disabilitas intelektual membutuhkan program pelatihan dengan konsep-konsep yang menyenangkan dan menarik. Konsep program pelatihan yang menyenangkan dan menarik bisa diterapkan pada permainan *hopscotch*, selain melalui penerapan permainan, pelatihan yang menyenangkan juga bisa dilakukan dengan memberikan hadiah.

D. Keseimbangan Tubuh

1. Definisi *Balance*

Seseorang dengan keseimbangan yang kuat lebih mungkin untuk melakukan aktivitas dan gerakan yang dilakukan dengan baik, dan itu juga mengurangi kemungkinan jatuh. Keseimbangan digambarkan sebagai kapasitas untuk merespon setiap perubahan postur tubuh sehingga tubuh selalu stabil dan teratur (Lengkana *et al.*, 2020). Menurut Mekayanti *et al.* (2015), keseimbangan mengacu pada kapasitas untuk menjaga pusat gravitasi seseorang di bidang titik tumpu, terutama ketika berdiri tegak.

2. Fisiologi Keseimbangan

Baik stabilitas maupun mobilitas sangat bergantung pada keseimbangan. Beberapa sistem harus bekerja sama dan berinteraksi untuk menjaga keseimbangan atau kontrol postural (Noohu, 2013). Tiga sistem sensorik (vestibular, proprioseptif, dan visual) yang membentuk sistem refleks sensorik yang terjadi dalam kesetimbangan akan bekerja sama secara konstan, seperti halnya sistem respons

motorik yang bereaksi terhadap variasi titik gravitasi, gerakan linier, variasi permukaan tanah, tingkat cahaya, dan informasi visual. Posisi tubuh sehubungan dengan gravitasi, lingkungan, dan hubungan antara masing-masing anggota tubuh dan yang lain semua dapat dirasakan oleh sistem sensorik. Pengaturan postur dan kemampuan motorik dipengaruhi oleh sistem neuromuskuler dan muskuloskeletal. Integrasi, adaptasi, dan antisipasi respons penyeimbangan bergantung pada sistem saraf pusat (Akerstedt *et al.*, 2017).

Jalur spinocerebralis anterior dan posterior terkait dengan sistem proprioseptif, yang berguna untuk menjaga keseimbangan postural. Data proprioseptif dari ekstremitas bawah dibawa melalui saluran ini. Saluran spinocerebralis posterior mentransmisikan sinyal sebagian besar dari kumparan otot, dengan kontribusi kecil dari reseptor somatik yang ditemukan di seluruh tubuh, termasuk tendon golgi, reseptor sentuhan kulit, dan reseptor sendi. Masing-masing sinyal tersebut membawa informasi dari otak kecil mengenai intensitas kinerja tubuh, posisi dan laju gerakan, derajat ketegangan tendon otot, dan keadaan kontraksi otot (Handayani, 2019).

Setelah itu, saluran spinocerebralis naik ke medula tulang belakang ipsilateral, melewati tangkai otak kecil inferior, dan berakhir di otak kecil. Setelah memasuki radix dorsalis, saluran spinocerebralis anterior melintasi dan naik ke otak kecil di luar pedunculus otak kecil superior. Saluran menerima informasi somatosensori dari batang otak dan ekstremitas superior. Data proprioseptif dari ekstremitas atas dan

bawah, serta batang tubuh, dilakukan oleh saluran ini. Selain itu, batang otak mengandung mekanisme yang mengontrol keseimbangan dan gerakan seluruh tubuh. Nukleus retikuler medular dan nukleus retikuler pontine merupakan komponen dari sistem keseimbangan postural (Pramadita, 2019).

Saluran kortikospinal, saluran rubrospinal, dan jalur motorik lainnya menyediakan nukleus retikuler medular dengan input kolateral yang kuat. Dalam kondisi normal, semua sistem ini mengaktifkan sistem penghambatan retikuler medular, yang memberikan impuls balik sinyal eksitasi dari sistem retikuler pontine. Seluruh nukleus vestibular mengatur otot-otot antigravitasi dengan cara yang analog dengan nukleus retikuler Pontin. Akselerasi linier disebabkan oleh nukleus vestibular dan sakrum. Neuron motorik ekstensor tereksitasi dan neuron motorik fleksor terhambat ketika mobilitas mengalami percepatan linier ini. Sementara itu, thoracal superior fascicle longitudinalis medialis dan cervical spinach medula terdiri dari medial vestibulospinal tract (Handayani, 2019).

Kanalis setengah lingkaran dan neuron motorik serviks yang menginervasi otot-otot leher dihubungkan oleh saluran vestibulospinal medial, yang mengontrol refleks yang diarahkan ke kepala dan mata. Input visual dan somatosensori mendominasi dalam kontrol orientasi ketika seseorang berdiri di permukaan yang stabil dengan bidang visual yang seimbang (Sunaryo et al, 2019).

Sementara sistem visual lebih sensitif terhadap perubahan posisi yang tertunda, sistem proprioseptif lebih sensitif terhadap perubahan cepat dalam orientasi tubuh. Di sisi lain, ketika seseorang berdiri di permukaan yang goyah, ekstremitas bawah dan otot-otot tubuh mereka dengan cepat berkontraksi untuk membawa pusat gravitasi mereka kembali ke keseimbangan. Sistem vestibular dan proprioseptif sangat penting dalam skenario ini. Sistem vestibular bertanggung jawab atas pergeseran posisi secara bertahap. Sementara itu, sistem proprioseptif cepat bergeser postur (Pramadita, 2019).

3. Klasifikasi Saldo

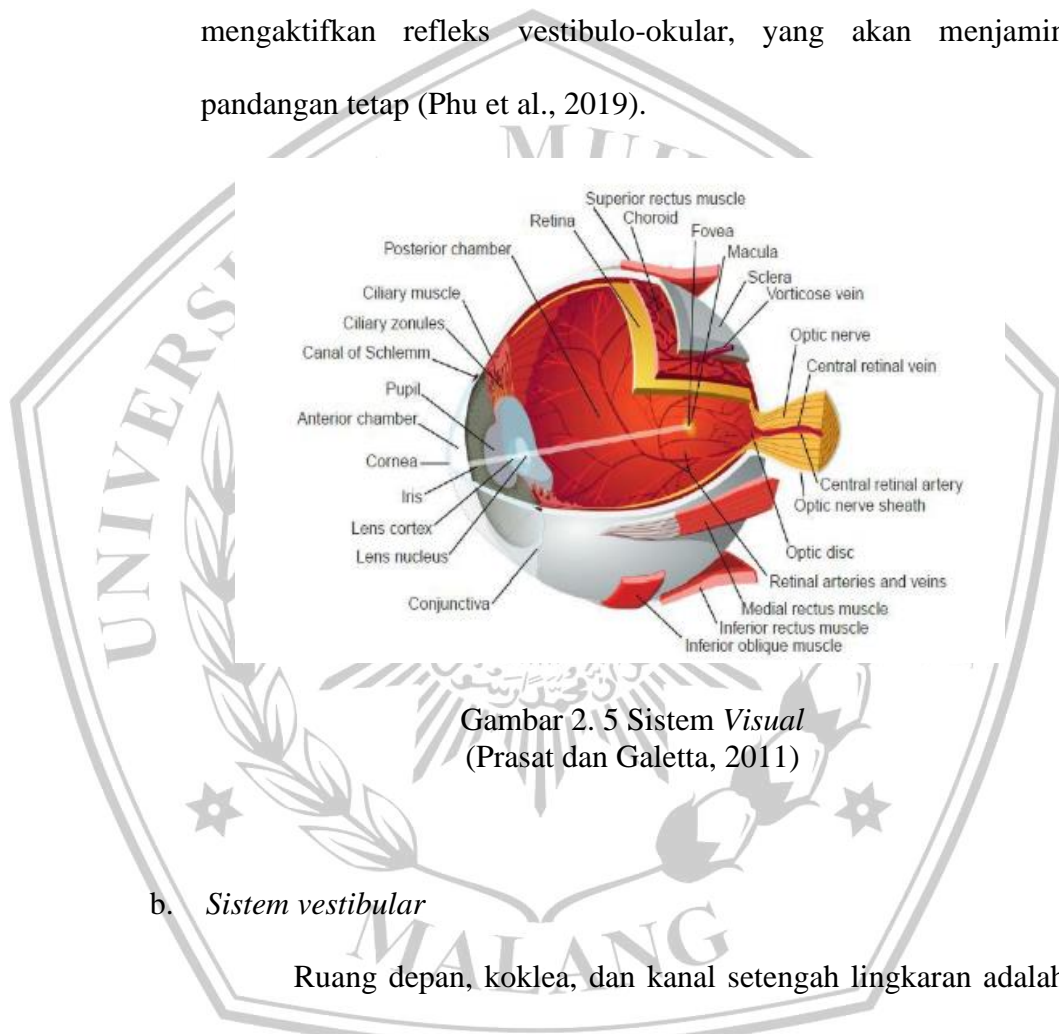
Keseimbangan statis dan dinamis adalah dua kategori di mana keseimbangan tubuh turun. Menurut Abdurachman et al. (2016: 21-22), keseimbangan dinamis mengacu pada kapasitas tubuh untuk mempertahankan kontrol posisi ketika Pusat Gravitasi (COG) masih berubah, sedangkan keseimbangan statis mengacu pada kapasitas tubuh untuk mempertahankan kontrol posisi ketika COG tidak berubah. Sedangkan dynamic balance adalah upaya dengan tujuan menjaga stabilitas postural saat bergerak, static balance, menurut Varma & Gokhale (2021), adalah upaya untuk mengontrol stabilitas postural dan menjaga tubuh saat postur tetap tegak.

4. Komponen pengontrol keseimbangan, sebagai berikut:

a. Sistem Visual

Selain berfungsi untuk menjaga keseimbangan orang, visual membantu orang tetap sadar bagaimana mereka bergerak

sepanjang waktu. Mata, saraf optik, otot mata, dan sistem saraf okulomotor yang bertanggung jawab untuk identifikasi objek adalah bagian dari sistem visual. Gerakan mata cepat yang perlu melirik dari satu tempat ke tempat lain akan segera menarik perhatian pada informasi di sekitarnya; akhirnya, ini akan mengaktifkan refleks vestibulo-okular, yang akan menjamin pandangan tetap (Phu et al., 2019).

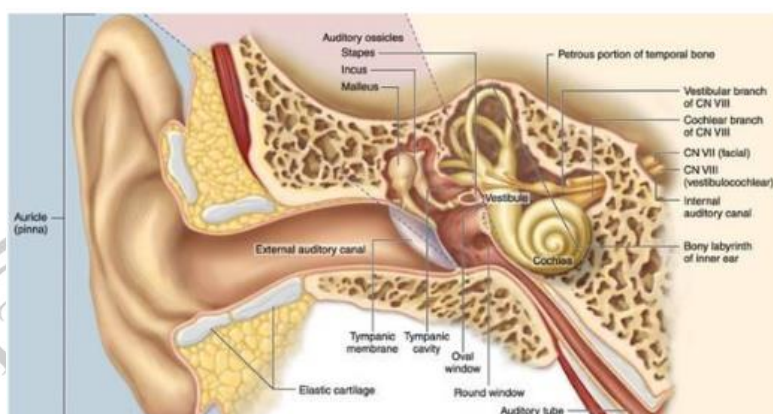


Gambar 2. 5 Sistem *Visual*
(Prasat dan Galetta, 2011)

b. *Sistem vestibular*

Ruang depan, koklea, dan kanal setengah lingkaran adalah bagian dari sistem vestibular, yang mengontrol keseimbangan. Input untuk gerakan kepala, kontrol kepala, dan gerakan mata disediakan oleh kanalis setengah lingkaran, rahim, dan kantung, yang merupakan sensor sistem vestibular. Kanal setengah lingkaran terlibat dalam keseimbangan dinamis, atau keseimbangan dalam

gerakan, yang mencakup situasi di mana kita berjalan tidak seimbang dan tersandung atau jatuh. Sementara itu, utrikulus mengatur postur dan mengawasi kepala, yang berkontribusi pada keseimbangan statis (Phu *et al.*, 2019).



Gambar 2. 6 Sistem *Vestibular*
(Komala, 2014)

c. Sistem Somatosensori

Indera taktil atau proprioseptif dan kognitif membentuk alat somatosensori. Sistem saraf somatosensori, yang terdiri dari reseptor, bertugas menyebabkan tekanan, posisi sendi dan ketidaknyamanan, ketegangan dan ketegangan otot, dan persepsi suhu. Jaringan reseptor tubuh yang luas dalam sistem somatosensori memungkinkannya untuk memposisikan tubuh secara tepat sebagai respons terhadap input, beberapa di antaranya berasal dari impuls dan organ sensorik di dalam dan di sekitar sendi (Phu *et al.*, 2019).

5. Pengukur Keseimbangan

Sixteen Balance Test (SBT), menurut Villamonte (2009) dalam Fadhil (2013), merupakan serangkaian tes yang terdiri dari 16 penilaian keseimbangan untuk anak down syndrome yang dapat berjalan mandiri dan mematuhi perintah dasar. Sebelum dan sesudah perawatan, keseimbangan berdiri anak-anak dengan sindrom Down diukur menggunakan tes keseimbangan enam belas (SBT), yang mengukur keseimbangan berdiri dalam langkah dan detik. Ujian terdiri dari 16 seri tes yang harus diselesaikan oleh mata pelajaran, semua 16 di antaranya merupakan bagian dari SBT. Seri tes SBT terdiri dari:

- a. Tes berdiri pada permukaan kokoh dengan mata tertutup
- b. Tes berdiri pada permukaan kokoh dengan mata tertutup
- c. Tes berdiri pada permukaan lembut dengan mata terbuka
- d. Tes berdiri pada permukaan kokoh dengan mata terbuka
- e. Berdiri dengan satu kaki di atas balok dengan mata terbuka dan mata tertutup
- f. Berdiri dengan satu kaki di lantai
- g. Berjalan maju pada jalur berjalan
- h. Berjalan maju dengan papan titian
- i. Berjalan maju dari tumit sampai ujung kaki pada garis berjalan
- j. Berjalan maju dengan tumit sampai ujung kaki di atas balok keseimbangan
- k. Melangkahi tongkat pada balok keseimbangan
- l. *Time up-and-go test*
- m. Putar penuh ke kiri

n. Putar penuh ke kanan

o. *Forward reach*

p. *Sit-to-stand*

Central of Gravity (COG) setiap anak dapat ditentukan dengan menggunakan empat tes statis. Empat tes pertama melibatkan berdiri dengan kedua mata terbuka dan tertutup pada permukaan yang lembut, diikuti dengan berdiri dengan kedua mata terbuka dan tertutup pada permukaan yang keras. Setelah peserta mampu bertahan selama 10 detik, nilai COG akan ditentukan setiap detik.



Gambar 2. 7 *Centre Of Gravity*
(Dhaenkpedro, 2009)

Menurut Villamonte (2009), Fadhil (2013) mengatakan bahwa hanya lima dari 16 tes pengukuran keseimbangan ini yang dapat

diselesaikan secara akurat karena rekomendasi penelitiannya. Manfaat menggunakan lima tes adalah bahwa orang tua dapat mengelolanya karena instrumen yang diperlukan sangat mudah, meniadakan kebutuhan akan fisioterapis atau profesional medis lainnya.

