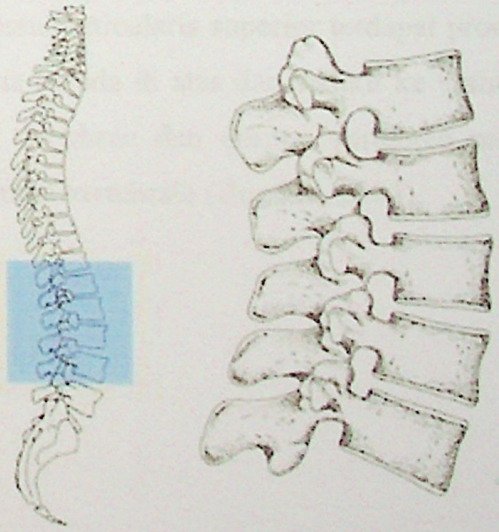
BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori

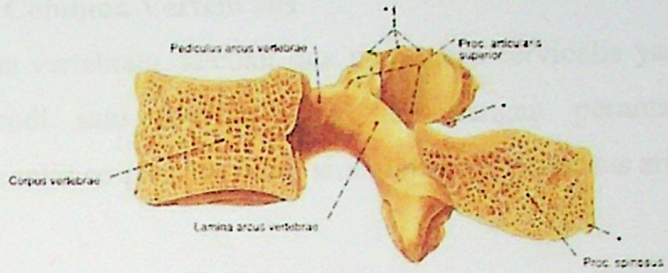
2.1.1. Anatomi Lumbal

Vertebra lumbalis (L1–L5) merupakan bagian yang terkuat dan terbesar di columna vertebralis, sebab beban tubuh yang ditanggung meningkat pada bagian bawah tulang belakang. Pada bagian depan vertebra lumbalis terdapat corpus vertebrae yang mempunyai bentuk silinder, mirip seperti ginjal ketika dilihat dari atas atau bawah. Permukaan bagian atas dan bawah corpus vertebrae halus dan mempunyai lubang–lubang kecil. Tetapi, pada pinggirannya terdapat permukaan yang lebih halus lagi dan lubang yang lebih sedikit. Permukaan ini menunjukkan *fused ring apophysis* yang merupakan tempat osifikasi sekunder pada corpus vertebrae. Pada permukaan belakang corpus vertebrae, terdapat foramen nutricium yang merupakan tempat mengalirnya arteria nutricia dan Venae basivertebrales (Bogduk, 2005).



Gambar 1. Vertebra lumbalis tampak dari arah lateral (Bogduk, 2005)

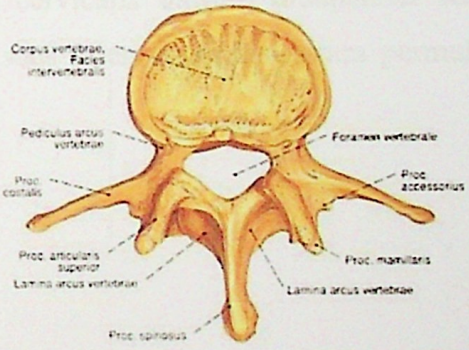
Di belakang corpus vertebrae, terbentuk 2 pilar tulang bernama pediculus arcus vertebrae. Pediculus arcus vertebrae menempel pada bagian belakang atas corpus vertebrae. Ujung tiap pediculus arcus vertebrae bertemu satu sama lain pada garis tengah membentuk lamina arcus vertebrae. Kedua lamina arcus vertebrae bertemu dan menyatu satu sama lain di garis tengah sehingga terlihat seperti atap jika dilihat dari atas. Tidak terdapat tepi medial pada tiap lamina arcus vertebrae karena keduanya menyatu di garis tengah. Sudut inferolateral dan batas inferior di tiap lamina arcus vertebrae melebar dan membesar membentuk massa tulang khusus yaitu processus articularis inferior. Sedangkan massa tulang yang melebar ke atas dari pertemuan antara lamina arcus vertebrae dan pediculus arcus vertebrae membentuk processus articularis superior. Ke arah belakang setelah pertemuan antara lamina arcus vertebrae terdapat processus spinosus yang mempunyai bentuk mirip seperti kapak. Bagian yang memanjang ke arah lateral dari pertemuan antara pediculus arcus vertebrae dan lamina arcus vertebrae membentuk processus transversus. Tiap processus transversus memiliki penonjolan tulang kecil yang tidak teratur pada permukaan belakang bernama processus accessorius. Pada tepi belakang processus articularis superior terdapat processus mamillaris. Processus mamillaris berada di atas dan sedikit ke arah medial processus accessorius. Arcus vertebrae dan corpus vertebrae membentuk sebuah ruang bernama foramen vertebrale (Bogduk, 2005).



Gambar 732 Ruas tulang pinggang ke 3, Vertebra lumbalis III; potongan median; preparat dari orang lanjut usia; tampak medial (1[illegible]).

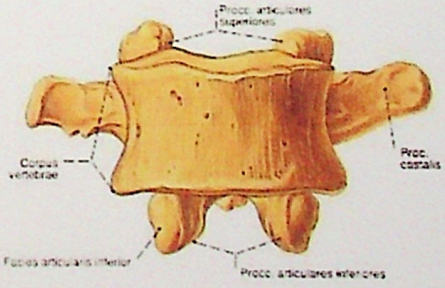
Gambar 2. Ruas tulang pinggang ke 3. Vertebra Lumbalis III: potongan median; preparat dari orang lanjut usia: tampak medial (Paulsen and Waschke, 2013)

a



Gambar 734 Ruas tulang pinggang ke 4, Vertebra lumbalis IV; tampak kranial (1[illegible]).

b



Gambar 735 Ruas tulang pinggang ke 4, Vertebra lumbalis IV; tampak ventral (1[illegible]).

Gambar 3. Ruas tulang pinggang ke 4, Vertebra lumbalis IV; (a) tampak kranial. (b) tampak ventral (Paulsen and Waschke, 2013)

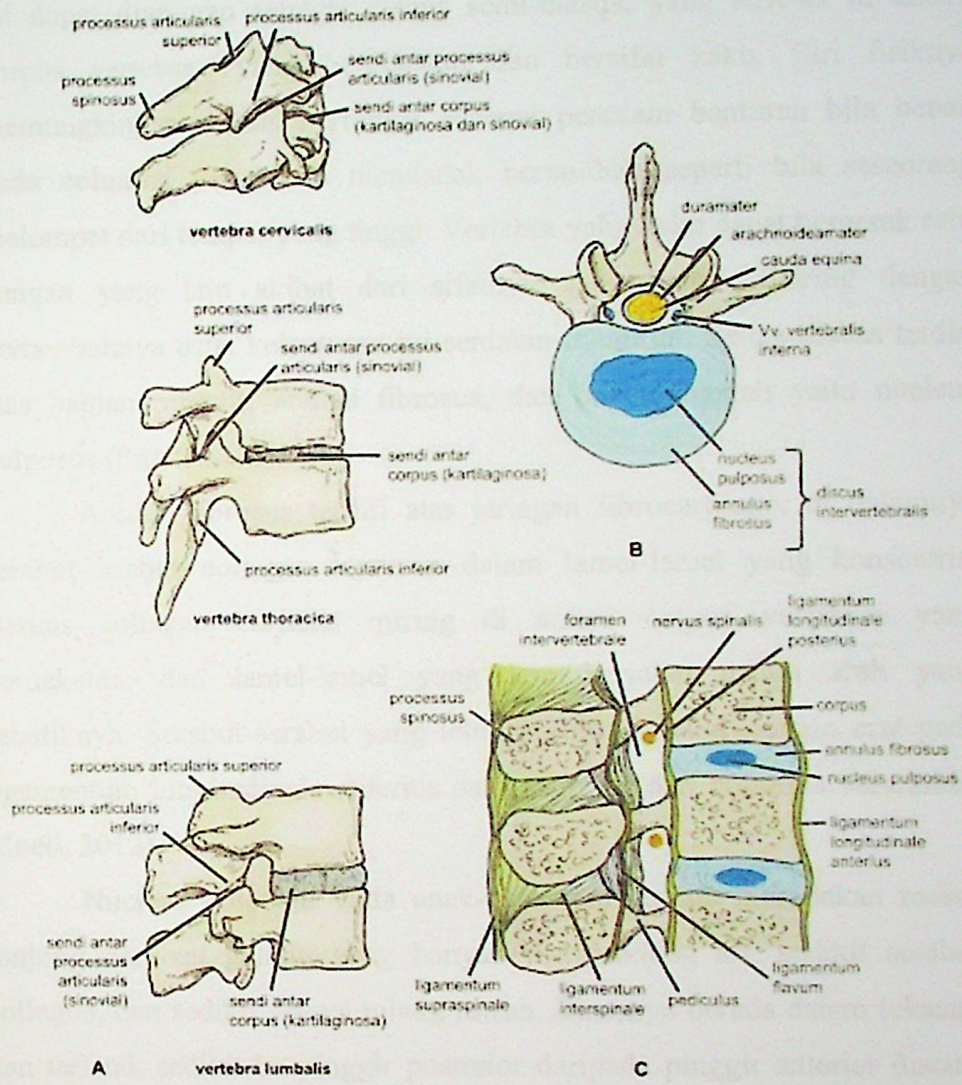
2.1.2 Sendi-sendi Columna Vertebralis

Semua vertebrata, kecuali dua vertebrata cervicalis yang pertama, saling bersendi satu dengan yang lain dengan perantaraan sendi kartilaginosa antar corpus dan sendi sinovial antar processus articularis.

2.1.2.1 Sendi-sendi Dua Corpus Vertebrae

Permukaan atas dan bawah corpus vertebrae yang berdekatan dilapisi oleh lempeng tulang rawan hialin. Di antara lempeng tulang rawan tersebut, terdapat discus intervertebralis yang tersusun dari jaringan fibrocartilago. Serabut-serabut collagen diskus menyatukan kedua corpus vertebrae dengan kuat (Snell, 2012).

Di daerah cervicalis bawah, didapatkan sendi sinovial kecil di kanan dan kiri discus intervertebralis antara permukaan atas dan bawah corpus vertebrae



Gambar 4. (a) Sendi-sendi di daerah cervical, thoracal, dan lumbal pada columna vertebralis. (b) Verterbra L3 dilihat dari atas, memperlihatkan hubungan antar discus intervertebralis dan cauda equina. (c) Potongan sagital melalui tiga vertebra lumbalis, memperlihatkan ligamentum-ligamentum dan discus intervertebralis (Snell, 2012).

A. Discus Intervertebralis

Discus intervertebralis memiliki seperempat dari panjang columna vertebralis. Discus ini paling tebal di daerah cervical dan lumbal karena banyak terjadi gerakan columna vertebralis pada daerah tersebut. Strukur

ini dapat dianggap sebagai discus semi-elastis, yang terletak di antara corpus vertebrae yang berdekatan dan bersifat kaku. Ciri fisiknya memungkinkan discus berfungsi sebagai peredam benturan bila beban pada columna vertebralis mendadak bertambah seperti bila seseorang melompat dari tempat yang tinggi. Vertebra yang kaku dapat bergerak satu dengan yang lain akibat dari sifatnya yang lentur. Seiring dengan bertambahnya usia, kelenturan ini semakin menurun. Setiap discus terdiri atas bagian pinggir, anulus fibrosus, dan bagian tengah yaitu nucleus pulposus (Snell, 2012).

Anulus fibrosus terdiri atas jaringan fibrocartilago, di dalamnya serabut-serabut collagen tersusun dalam lamel-lamel yang konsentris. Berkas collagen berjalan miring di antara corpus vertebrae yang berdekatan, dan lamel-lamel yang lain berjalan dalam arah yang sebaliknya. Serabut-serabut yang lebih perifer melekat dengan erat pada ligamentum longitudinale anterius dan posterius dari columna vertebralis (Snell, 2012).

Nucleus pulposus pada anak-anak dan remaja merupakan massa lonjong dari zat gelatin yang banyak mengandung air, sedikit serabut collagen, dan sedikit sel-sel tulang rawan. Biasanya berada dalam tekanan dan terletak sedikit ke pinggir posterior daripada pinggir anterior discus. Sifat nucleus pulposus yang setengah cair memungkinkannya berubah bentuk dan memungkinkan sebuah vertebra dapat menjungkit ke depan atau ke belakang di atas yang lain, seperti pada gerakan fleksi dan ekstensi columna vertebralis (Snell, 2012).

Permukaan atas dan bawah corpus vertebrae yang berdekatan yang menempel pada discus diliputi oleh tulang rawan hialin yang tipis. Tidak ditemukan discus di antara dua vertebra cervicalis yang pertama atau di dalam os sacrum dan coccygis (Snell, 2012).

B. Ligamenta

Ligamentum longitudinale anterius dan posterius berjalan turun sebagai sebuah pita pada permukaan anterior dan posterior columna vertebralis dari cranium sampai ke sacrum. Ligamentum longitudinale anterius lebar dan melekat dengan kuat pada pinggir depan samping corpus vertebrae, dan pada discus intervertebralis. Ligamentum longitudinale posterius lemah dan sempit dan melekat pada pinggir posterior discus. Ligamentum-ligamentum ini mengikat dengan kuat seluruh vertebra, tetapi tetap memungkinkan sedikit pergerakan di antaranya (Snell, 2012).

2.1.2.2. Sendi-sendi Dua Arcus Vertebrae

Sendi-sendi antar dua arcus vertebrae terdiri atas sendi sinovial antara processus articularis superior dan inferior dari vertebra yang berdekatan. Facies articularis diliputi oleh tulang rawan hialin dan sendi-sendi dikelilingi oleh ligamentum capsulare (Snell, 2012).

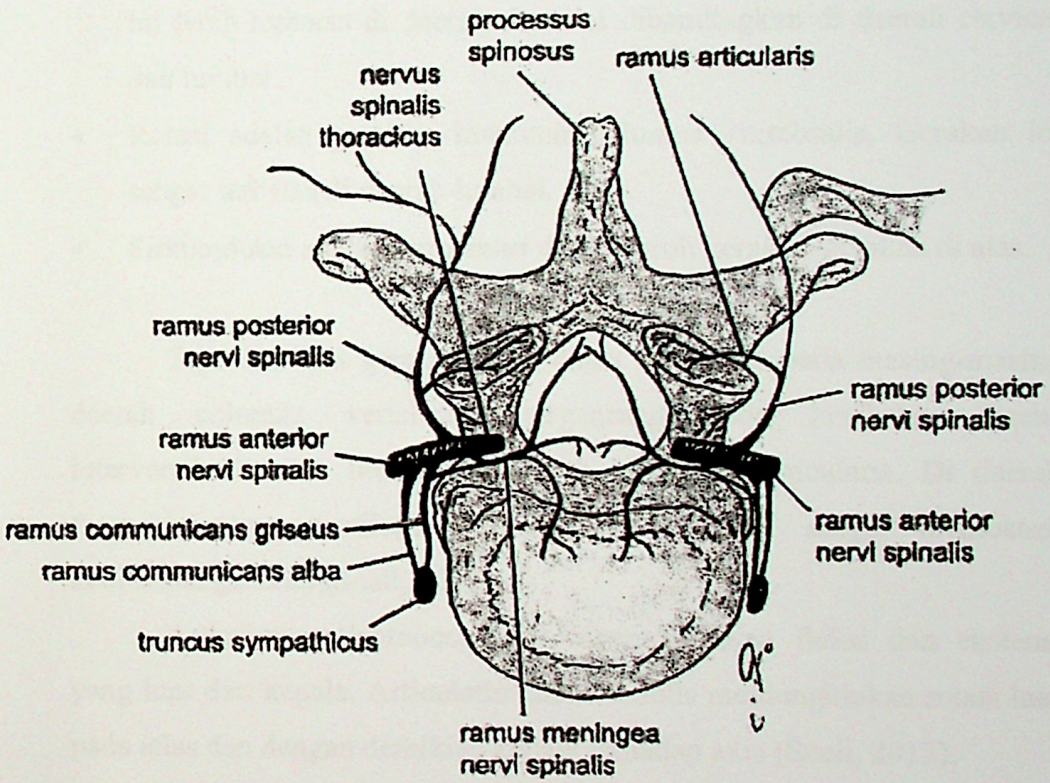
A. Ligamenta

- Ligamentum supraspinale: Ligamentum ini berjalan di antara ujung-ujung processus spinosus yang berdekatan.
- Ligamentum interspinale: Ligamentum ini menghubungkan processus spinosus yang berdekatan.
- Ligamentum intertransversarium: Ligamentum ini berjalan di antara processus transversus yang berdekatan.
- Ligamentum flavum: Ligamentum ini menghubungkan lamina dari vertebra yang berdekatan.

Di daerah cervical, ligamentum supraspinale dan interspinale sangat tebal, membentuk ligamentum nuchae yang kuat. Ligamentum nuchae terbentang dari processus spinosus vertebra C7 sampai ke protuberantia occipitalis externa, dengan pinggir anteriornya melekat dengan kuat pada processus spinosus di antaranya (Snell, 2012).

2.1.2.3. Persarafan Sendi-sendi Vertebra

Sendi-sendi antara corpus vertebrae dipersarafi oleh cabang kecil meningea masing-masing saraf spinal. Saraf ini berasal dari nervus spinalis pada saat saraf ini keluar dari foramen intervertebrale. Kemudian saraf ini masuk kembali ke dalam canalis vertebralis melalui foramen intervertebrale dan menyarafi meningen, ligamenta, dan discus intervertebralis. Sendi-sendi antara processus articularis dipersarafi oleh cabang-cabang dari rami posteriores nervi spinales (Snell, 2012).



Gambar 5. Persarafan sendi-sendi vertebralis (Snell, 2012).

2.1.2.4. Gerakan Columna Vertebralis

Columna vertebralis terdiri atas sejumlah vertebra yang berbeda dan tersusun rapi satu dengan yang lain dan dipisahkan oleh discus intervertebralis. Vertebrae dipertahankan pada tempatnya oleh ligamenta kuat yang sangat membatasi derajat gerakan yang mungkin terjadi antar vertebra yang berdekatan. Meskipun demikian hasil akhir dari gabungan

semua gerakan ini memperlihatkan gerakan columna vertebralis yang cukup besar (Snell, 2012).

Gerakan-gerakan yang dapat dilakukan: fleksi, ekstensi, fleksi lateral, rotasi, dan sirkumduksi (Snell, 2012).

- Fleksi adalah gerakan ke depan, dan ekstensi adalah gerakan ke belakang. Keduanya dapat dilakukan dengan leluasa di daerah cervical dan lumbal, tetapi terbatas pada daerah thoracal.
- Fleksi lateral adalah melengkungnya tubuh ke salah satu sisi. Gerakan ini lebih terbatas di daerah thoracal dibandingkan di daerah cervical dan lumbal
- Rotasi adalah gerakan memutar columna vertebralis. Gerakan ini sangat terbatas di daerah lumbal.
- Sirkumduksi adalah kombinasi dari seluruh gerakan-gerakan di atas.

Tipe dan luas gerakan yang dapat dilakukan pada masing-masing daerah columna vertebralis tergantung pada ketebalan discus intervertebralis dan bentuk serta arah processus articularis. Di daerah thoracal, costa, cartilago costalis, dan stemum sangat membatasi kebebasan gerakan (Snell, 2012).

Articulatio atlantooccipitalis memungkinkan fleksi dan ekstensi yang luas dari kepala. Articulatio atlantoaxialis memungkinkan rotasi luas pada atlas dan dengan demikian kepala terhadap axis (Snell, 2012).

Columna vertebralis digerakkan oleh banyak otot, yang sebagian besar melekat langsung pada vertebra, sementara yang lain seperti musculus sternocleidomastoideus dan otot-otot dinding perut melekat pada cranium, costa-costa, atau fascia (Snell, 2012).

Di daerah cervical, gerakan fleksi dilakukan oleh musculus longus colii, musculus scalenus anterior, dan musculus sternocleidomastoideus. Ekstensi dilakukan oleh otot-otot posvertebralis. Fleksi lateral dilakukan oleh musculus scalenus anterior dan medius, musculus trapezius, dan musculus sternocleidomastoideus. Rotasi dilakukan oleh musculus

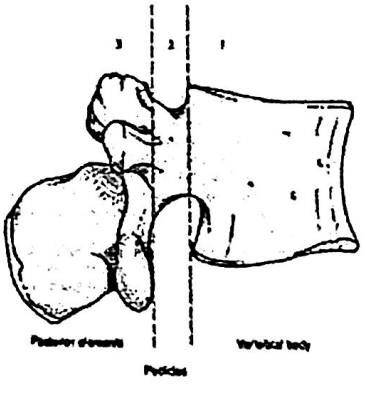
sternocleidomastoideus pada satu sisi dan musculus splenius pada sisi lainnya (Snell, 2012).

Di daerah thoracal, rotasi dilakukan oleh musculi semispinales dan otot-otot rotator, dibantu oleh otot-otot serong dinding anterolateral abdomen (Snell, 2012).

Di daerah lumbal, fleksi dilakukan oleh musculus rectus abdominis dan musculus psoas. Ekstensi dilakukan oleh musculi postvertebrales. Fleksi lateral dilakukan oleh musculi postvertebrales, musculus quadratus lumborum, dan otot-otot serong dinding anterolateral abdomen. Musculus psoas juga terlibat dalam gerakan ini. Gerakan rotasi dilakukan oleh otot-otot rotator dan otot-otot serong dinding anterolateral abdomen (Snell, 2012).

2.1.3. Komponen Fungsional Vertebra Lumbalis

Vertebra lumbalis mempunyai 3 komponen fungsional yang terdiri dari korpus vertebrae, pediculus arcus vertebrae, dan segmen posterior. Setiap komponen mempunyai fungsi spesifik masing-masing namun secara keseluruhan mempunyai fungsi yang terintegrasi (Bogduk, 2005).



Gambar 6. Komponen fungsional vertebra lumbalis (Bogduk, 2005)

Korpus vertebra lumbalis mempunyai fungsi sebagai penahan beban tubuh. Bentuk permukaannya yang datar menjadikan korpus vertebrae dapat memberikan stabilitas pada sendi intervertebrae secara

longitudinal. Struktur internal dari korpus vertebra lumbalis terdiri dari trabekula vertikal dan transversal. Fungsi trabekula ini yang dapat menahan beban kekuatan tubuh. Kelebihan trabekula selain karena strukturnya yang kuat dan ringan, trabekula juga memberikan akses yang baik untuk suplai darah dan *drainase* vena sehingga disebut juga dengan vertebral spongiosa. (Bogduk, 2005)

Pediculus arcus vertebrae merupakan penghubung antara korpus vertebrae lumbalis dengan segmen posterior. Fungsinya secara spesifik memang tidak terlihat, sama halnya seperti segmen posterior. Pediculus arcus vertebrae juga berfungsi sebagai penahan beban, namun tidak bisa melakukan gerakan memutar seperti korpus vertebrae. Pediculus arcus vertebrae lebih bersifat mentransmisikan ketegangan dan kekuatan. Misalnya tubuh melakukan gerakan ke depan, maka otot yang melekat pada segmen posterior pada vertebra lumbalis akan tertarik ke bawah. Selanjutnya kerja otot tersebut akan ditransmisikan melalui pediculus arcus vertebrae ke korpus vertebrae yang berfungsi sebagai pengungkit. Pediculus arcus vertebrae mempunyai struktur internal yang kuat dan lentur karena mempunyai prinsip tegangan ke segala arah (Bogduk, 2005).

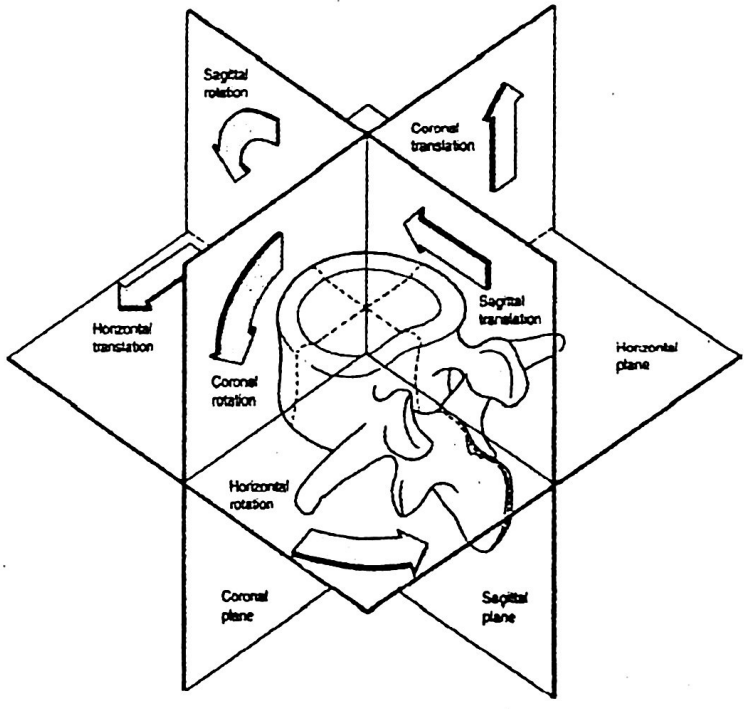
Segmen posterior terdiri dari lamina, bagian artikular, dan bagian spinosus. Bentuk dari segmen posterior yang tidak teratur menyebabkan bagian ini dapat melakukan proyeksi ke segala arah. Lamina berfungsi sebagai pelindung terutama melindungi saraf dari kanal vertebral dan sebagai media penghantar bagian artikular dan bagian spinosus. Bagian artikular berfungsi sebagai penahan gerakan geser ke depan dan memutar. Bagian spinosus menyediakan area untuk perlekatan otot dan meningkatkan kerja otot tersebut (Bogduk, 2005).

2.1.4. Biomekanik Dasar

2.1.4.1. Gerakan

Terdapat 2 jenis gerak pada tulang yaitu translasi dan rotasi. Translasi adalah setiap gerkan pada tulang pada arah dan kekuatan dalam

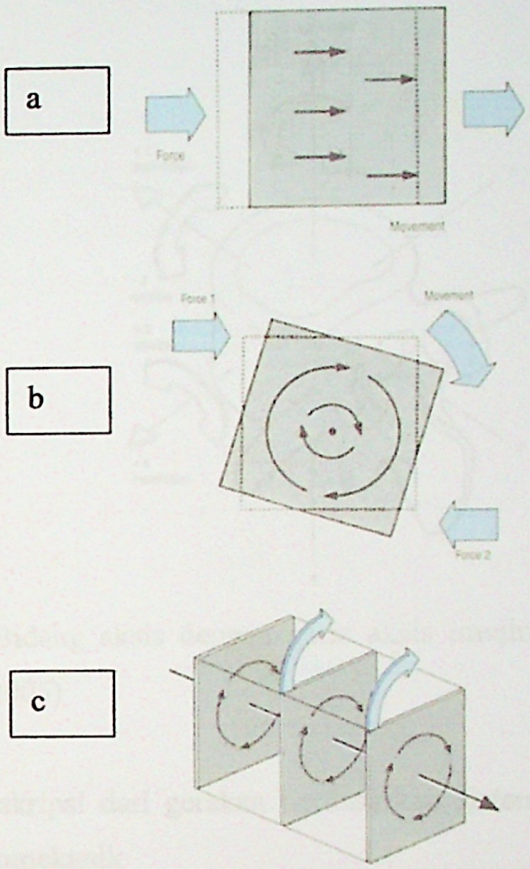
tingkat yang sama. Rotasi didefinisikan sebagai semua titik yang bergerak secara paralel, berputar menjadi satu titik tertentu. Pada setiap bidang, titik-titik akan bergerak menuju ke suatu pusat bidang dan kemudian akan membentuk sebuat garis lurus yang disebut dengan rotasi aksis. Disebut dengan rotasi aksis normal hanya terjadi ketika ada kekuatan yang sama dan konsisten selama terjadi gerakan yang berulang (Bogduk, 2005).



Gambar 7. Bidang dan arah gerak secara anatomi (Bogduk, 2005)

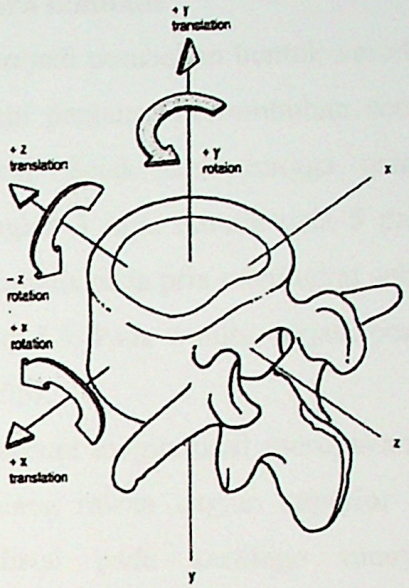
2.1.4.2. Bidang Gerak

Baik gerakan translasi dan rotasi mempunyai gerakan yang berlawanan misalnya gerakan ke atas dan ke bawah, ke depan dan ke belakang, gerakan maju dan mundur, gerakan searah jarum jam dan berlawanan jarum jam. Terdapat 3 dimensi gerak pada translasi dan rotasi yaitu bidang sagital, koronal dan horizontal. Gerakan ke arah depan dan belakang bekerja pada bidang sagital, gerakan ke arah atas dan bawah bekerja pada bidang koronal, dan gerakan berputar bekerja pada bidang horizontal (Bogduk, 2005).



Gambar 8. (a) Translasi. (b) Rotasi. (c) Rotasi aksis (Bogduk, 2005).

Biomekanik lebih didefinisikan dengan gerakan yang melibatkan 3 garis aksis imajiner yaitu x, y, dan z. Aksis x melalui sisi tubuh, aksis y melalui bidang vertikal tubuh dan aksis z melalui arah depan dan belakang.



Gambar 9. Bidang aksis dengan garis aksis imajiner x, y, z (Bogduk, 2005)

Tabel 1. Deskripsi dari gerakan berdasarkan sistem anatomi dan sistem biomekanik

Anatomical system	Biomechanical system	Colloquial description
Anterior sagittal translation	+Z translation	Forward slide or glide
Postterior sagittal translation	-Z translation	Backward slide
Cephalad coronal translation	+Y translation	Longitudinal or axial distraction
Caudal coronal translation	-Y translation	Longitudinal or axial compression
Left horizontal translation	+X translation	Left lateral slide
Right horizontal translation	-X translation	Right lateral slide
Anterior sagittal rotation	+X rotation	Forward bend, 'flexion'
Posterior sagittal rotation	-X rotation	Backward bend, 'extension'
Left coronal rotation	-Z rotation	Left lateral bend
Right coronal rotation	+Z rotation	Right lateral bend
Left horizontal rotation	+Y rotation	Left axial rotation
Right horizontal rotation	-Y rotation	Right axial rotation

2.1.5. Pertumbuhan Vertebra lumbalis

Setelah lahir, terjadi perubahan bentuk vertebrae dari bentuk bulat menjadi bentuk persegi panjang. Pertumbuhan secara horizontal terjadi pada bagian periosteal. Sejak lahir hingga usia 7 tahun, diameter anteroposterior meningkat 3 mm. Antara usia 5 dan 13 tahun, diameter horizontal vertebra lumbalis pada pria meningkat sekitar 26% pada L1 dan L3, dan sebesar 30% di L5. Pada wanita, terjadi peningkatan sekitar 15% dan 22% (Bogduk, 2005).

Pertumbuhan secara longitudinal merupakan hasil dari proliferasi dan osifikasi dari tulang rawan bagian superior dan posterior korpus vertebrae. Aspek distal pada kartilago menyatu dengan diskus intervertebralis yang akan berkembang menjadi nukleus. Dari usia lima hingga usia 13 tahun, meningkat menjadi 22 mm, dan mencapai 25 mm saat dewasa. Selama masa remaja, wanita menunjukkan pertumbuhan agak lebih lambat dari laki-laki (Bogduk, 2005).

Tabel 2. Dimensi vertikal vertebra lumbalis (Bogduk, 2005).

	Dimensi vertikal rata-rata $(mm)^2$				
Usia (tahun)	0-1,5	1,5-12	13-19	20-35	
Verterbra L1	7,9	14,4	25,2	25,3	Laki-laki
			22,8	24,9	Perempuan
Intervertebra L1-2	2,6	5,7	7,1	6,0	
			7,0	6,2	
Verterbra L2	8,0	15,0	25,1	25,8	
			22,4	25,3	
Intervertebra L2-3	3,5	7,6	10,4	10,4	
			10,4	10,0	
Verterbra L3	7,9	14,8	25,2	25,7	
			22,3	25,6	
Intervertebra L3-4	4,0	7,9	10,7	11,0	
			11,3	10,5	
Verterbra L4	7,6	14,5	25,1	25,5	
			22,6	25,0	
Intervertebra L4-5	4,0	8,5	11,8	11,5	
			10,4	11,1	
Verterbra L5	7,2	14,5	23,7	24,1	
			22,1	24,1	
Intervertebra L5-S1	3,6	8,2	11,2	10,7	
			9,8	10,8	

2.1.6. Luas Gerak Sendi/*Range of Motion*

Luas gerak sendi/*range of motion* merupakan istilah yang dipakai untuk mendeskripsikan seberapa besar pergerakan yang dapat dilakukan oleh sendi. ROM dapat dipakai untuk melihat fleksibilitas sebuah sendi. ROM sebuah sendi biasa diukur dengan melihat seberapa besar derajat terbentuk dari posisi awal menuju posisi akhir sebuah gerakan. ROM terdiri dari ROM aktif dan ROM pasif. ROM aktif terjadi ketika seseorang mengkontraksikan otot di sekitar sendinya. ROM pasif terjadi ketika tubuh menerima bantuan dari luar untuk melakukan pergerakan sendi (AOK Health, 2018).

Terdapat beberapa metode dalam menilai ROM termasuk menggunakan alat canggih untuk mengukur ROM dengan akurasi tinggi. Alat- alat yang dapat dipakai untuk mengukur ROM adalah goniometer, inclinometer, dan elektro protaktor. Tekhnik yang paling dalam untuk mengukur ROM (terutama ROM dinamik) ialah dengan melihat besar sudut sendi menggunakan artrografi, gambaran radiografi, foto, dan video. Tetapi, metode tersebut membutuhkan peralatan yang komplcks dan mahal serta latihan yang ekstensif (AOK Health, 2018).

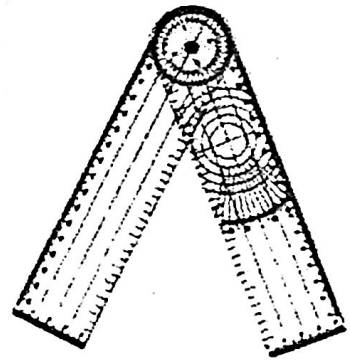
Goniometer ialah alat yang dipakai untuk mengukur sudut sendi/ROM. Pada *Musculoskeletal injury prevention* (MSIP), goniometer dapat digunakan untuk mengukur ROM aktif maupun ROM pasif. Hal ini berhubungan dengan jangkauan fungsional dan desain tempat kerja. Dengan menggunakan goniometer, seorang *ergonomist* dapat menilai postur, termasuk luas gerak sendi ketika melakukan aktivitas. Goniometer juga dapat dipakai untuk mengukur ROM sendi yang sedang dalam pemulihan. Goniometer sederhana merupakan protractor (busur derajat) dengan bagian lengan yang memanjang (AOK Health, 2018).

Cara menggunakan goniometer (AOK Health, 2018):

1) Selaraskan titik tumpu goniometer dengan sendi yang ingin diukur
2) Sejajarkan *stationary arm* dengan anggota tubuh yang ingin diukur

3) Pegang lengan goniometer pada tempatnya sembari sendi digerakkan sesuai dengan ROM nya
4) Derajat antara titik akhir mempresentasikan ROM sendi

Stabilisasikan bagian *stationary arm.* Ini merupakan bagian yang proksimal terhadap sudut yang diukur. Sangat penting untuk badan pasien tidak bergerak saat melakukan pemeriksaan; hal ini mengisolasi pergerakkan sendi sehingga hasilnya lebih akurat (AOK Health, 2018).



Gambar 10. Goniometer (AOK Health, 2018)

2.1.6.1. Faktor-faktor yang Mempengaruhi ROM

A. Usia dan Jenis Kelamin

Luas gerak sendi semakin berkurang seiring bertambahnya usia. Hal ini, sebagian dikarenakan degradasi jaringan ikat fibrosa. Berdasarkan struktur tulangnya, perempuan cenderung mempunyai fleksibilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan laki-laki (Bardw, 2015).

B. Obesitas

Pada orang dengan obesitas didapatkan penurunan ROM. Penurunan ROM dikarenakan terjadi penumpukan lemak di sekitar sendi sehingga mengganggu pergerakan sendi (Park *et al.*, 2010).

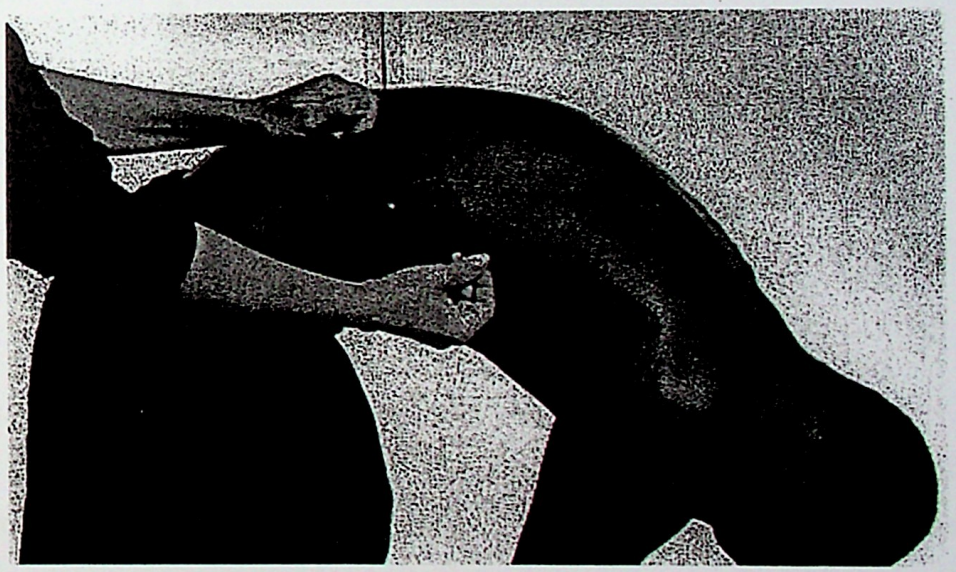
C. Ekstensibilitas Jaringan

Elastisitas dan fleksibilitas otot dan jaringan ikat disekitarnya mempengaruhi sendi. Apabila jarang digerakkan, otot dapat menjadi kaku dan sulit digerakkan sehingga mempengaruhi ROM (Nick, 2018).

2.1.6.2. Langkah-langkah Pengukuran ROM

a. Fleksi Lumbal

Pada pemeriksaan ROM fleksi lumbal, pasien berada pada posisi tegak dengan posisi tangan menggantung, bahu rileks. Letakkan goniometer pada ICS 11 mid axilaris dextra/sinistra. Kemudian arahkan pasien untuk membungkuk secara maksimal. Kemudian catat hasilnya. Rentang luas gerak normal fleksi lumbal adalah 40°-60° (Gerhardt, Cocchiarella and Lea, 2002).



Gambar 11. Pengukuran ROM fleksi lumbal (MusculoskeletalKey, 2016).

b. Ekstensi Lumbal

Pada pemeriksaan ekstensi lumbal, pasien berada posisi tegak dengan posisi tangan menggantung/berada di bahu. Letakkan goniometer pada ICS 11 mid axilaris dextra/sinistra. Kemudian minta pasien untuk miring ke belakang semaksimal mungkin. Kemudian catat hasilnya.

Rentang luas gerak normal ekstensi lumbal adalah 25°-15° (Gerhardt, Cocchiarella and Lea, 2002).

Gambar 12. Pengukuran ROM ekstensi lumbal (MusculoskeletalKey, 2016)

c. Lateral Fleksi Lumbal

Pada pemeriksaan lateral fleksi lumbal, pasien berada pada posisi tegak dengan posisi tangan menggantung. Letakkan goniometer pada punggung pasien (posisi lumbal). Kemudian minta pasien untuk miring ke kanan semaksimal mungkin. Rentang luas gerak normal lateral fleksi lumbal adalah 25°-15° (Gerhardt, Cocchiarella and Lea, 2002).

Gambar 13. Pengukuran ROM lateral fleksi lumbal (MusculoskeletalKey, 2016)

2.1.7. IMT dan Obesitas

Obesitas merupakan suatu kelainan kompleks pengaturan nafsu makan dan metabolisme energi yang dipengaruhi oleh beberapa faktor biologik spesifik. Faktor genetik diduga mempunyai peran penting dalam perkembangan penyakit ini. Obesitas dapat mengganggu kesehatan akibat akumulasi lemak yang berlebihan di jaringan adiposa (Sugondo, 2014).

Keadaan obesitas ini, terutama obesitas sentral, meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular karena keterkaitannya dengan sindrom metabolik atau sindrom resistensi insulin yang terdiri dari resistensi insulin/hiperinsulinemia, intoleransi glukosa/diabetes melitus, dislipidemia, hiperuresemia, gangguan fibrinolisis, hiperfibrinogenemia dan hipertensi. Obesitas dapat disebabkan oleh banyak hal. Kembar identik yang hidup terpisah akan mempunyai berat badan yang tidak jauh berbeda. Berat

badan seseorang 40-70% ditentukan secara genetik. Berat badan dipengaruhi lingkungan, kebiasaan makan, kurangnya kegiatan fisik, dan kemiskinan/ kemakmuran. Obesitas pada perempuan berakar pada obesitas pada masa kecil, obesitas pada laki-laki terjadi setelah umur 30 tahun (Sugondo, 2014).

Mengukur lemak tubuh secara langsung sangat sulit dan sebagai pengukur pengganti *dipakai body mass index* (BMI) atau indeks massa tubuh (IMT) untuk menentukan berat badan lebih dan obesitas pada orang dewasa. IMT belum tentu menggambarkan kegemukan yang sama bagi semua populasi karena hubungan antara IMT dan lemak tubuh ditentukan oleh bentuk tubuh dan proporsi tubuh. IMT dapat memberikan kesan yang umum mengenai derajat kegemukan (kelebihan jumlah lemak) pada populasi, terutama pada kelompok usia lanjut dan pada atlit dengan banyak otot (Sugondo, 2014).

Indeks Massa Tubuh (IMT) ialah ukuran berat badan seseorang dalam kilogram yang dibagi dengan kuadrat dari tinggi badan dalam meter (CDC, 2015). Indeks Massa Tubuh merupakan metode yang paling sering digunakan untuk memantau apakah seorang individu mengalami kegemukan atau obesitas. Walaupun sering digunakan, IMT hanya berfungsi sebagai ukuran pengganti dari kelebihan lemak tubuh, karena lebih mudah dibangdingkan dengan mengukur lemak tubuh.

a. Klasifikasi IMT

Klasifikasi IMT dapat menggunakan rujukan dari Kementerian Kesehatan (2011).

Tabel 3. Kategori dan Ambang Batas Status Gizi Anak Berdasarkan Indeks (Kementerian Kesehatan, 2011)

Indeks	Kategori Status Gizi	Ambang Batas (Z-score)
Indeks Massa Tubuh menurut Usia (IMT/U) Anak Usia 5-18 Tahun	Sangat Kurus	< -3SD
	Kurus	-3 SD sampai dengan < -2SD
	Normal	-2 SD sampai dengan 1 SD
	Gemuk	>1 SD sampai dengan 2 SD
	Obesitas	>2 SD

Pada tabel 3 menjelaskan kategori IMT menurut Kementerian Kesehatan (2011). Kementerian Kesehatan menggunakan standar Deviasi (SD) untuk menginterpretasikan IMT pada anak sampai usia 18 tahun.

b. Menghitung IMT

Untuk menghitung Indeks Massa Tubuh, lakukan pengukuran berat badan (dalam kilogram) menggunakan timbangan dan tinggi badan (dalam meter) menggunakan *Microtoise Staturmeter*. Setelah melakukan pengukuran, masukkan data tinggi badan dan berat badan ke dalam rumus:

$$\text{Indeks Massa Tubuh} = \frac{\text{Berat Badan (Kg)}}{(\text{Tinggi Badan (m)})^2}$$

Hasil perhitungan kemudian diiterpretasikan berdasarkan rujukan dari Kementerian Kesehatan (2011).

Pada anak-anak, Penentuan presentase berat badan ideal menggunakan kriteria Waterlow (BB/TB). Bila pada hasil pengukuran didapatkan potensi gizi lebih (>+1SD) atau (BB/TB>110%), maka grafik IMT sesuai usia dan jenis kelamin digunakan untuk menentukan adanya obesitas. Untuk anak usia 2–18 dgunakan grafik IMT CDC 2000 (Ikatan Dokter Anak Indonesia, 2011).

Tabel 4. Penentuan Status Gizi Menurut Kriteria Waterlow, WHO 2006, dan CDC 2000 (Ikatan Dokter Anak Indonesia, 2011)

Status gizi	BB/TB	BB/TB WHO 2006	IMT CDC 2000
Obesitas	>120	>+3	>P_{95}
Overweight	>110	>+2 hingga +3SD	P_{85}-P_{95}
Normal	>90	+2 hingga -2 SD	
Gizi kurang	70 – 90	<-2 hingga -3SD	
Gizi buruk	<70	<-3 SD	

Pada Tabel 3 menunjukkan kategori IMT menurut Waterlow, WHO, dan CDC. Dalam penelitian ini digunakan kategori CDC karena usia sampel penelitian yaitu usia 9-12 tahun. Kategori IMT menurut CDC tidak membagi kelompok IMT secara detail seperti kategori WHO sehingga digunakan juga kategori Waterlow. Pada kategori Waterlow, dihitung dengan membagi BB aktual (sebenarnya) dengan BB ideal (BB anak sesuai usia dan TB dengan melihat grafik CDC) dikali 100%, maka akan didapatkan hasil dan diinterpretasikan sesuai Tabel 3. (Ikatan Dokter Anak Indonesia, 2011).

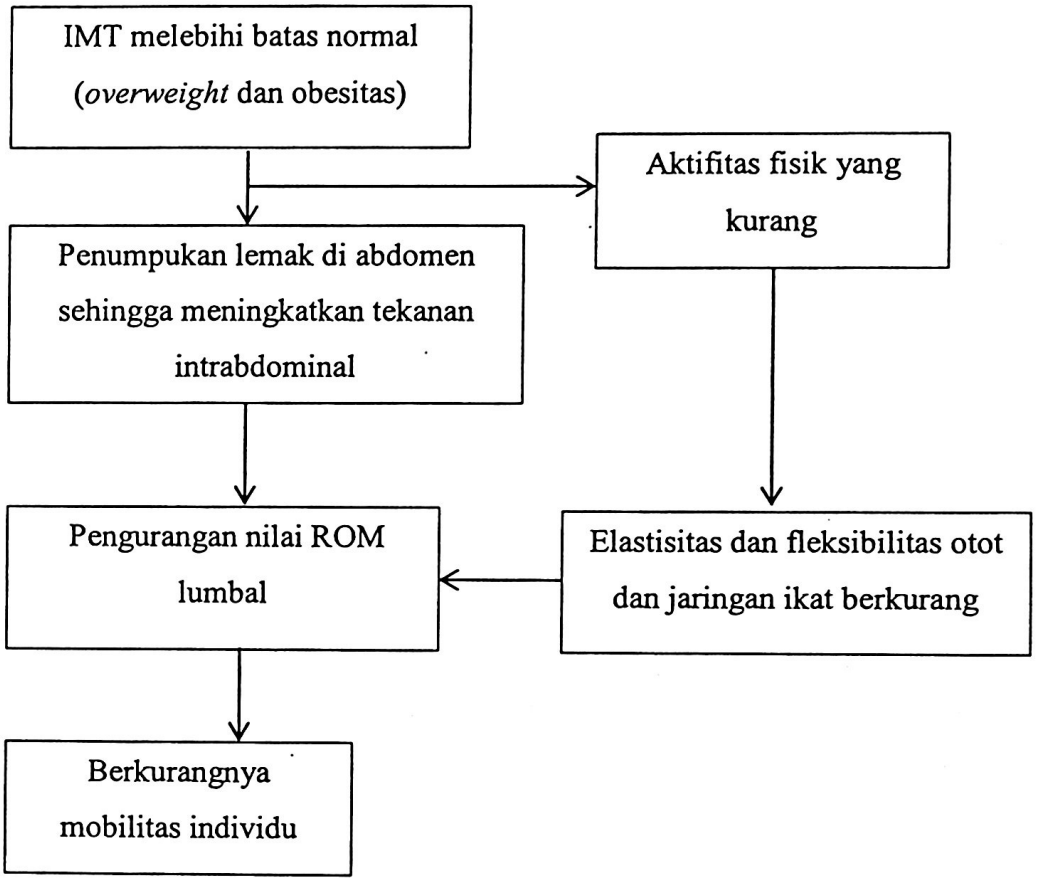
2.1.8. IMT dan Luas Gerak Sendi

Obesitas dapat menjadi faktor risiko berbagai macam penyakit termasuk gangguan mobilitas. Obesitas diduga dapat menghambat luas gerak sendi akibat adanya penumpukan jaringan adiposa di sekitar sendi sehingga mengganggu pergerakan sendi. Pada kelompok orang dengan obesitas, fleksi lumbal pada saat duduk dan berdiri terbatas (Gilleard *and* Smith, 2007).

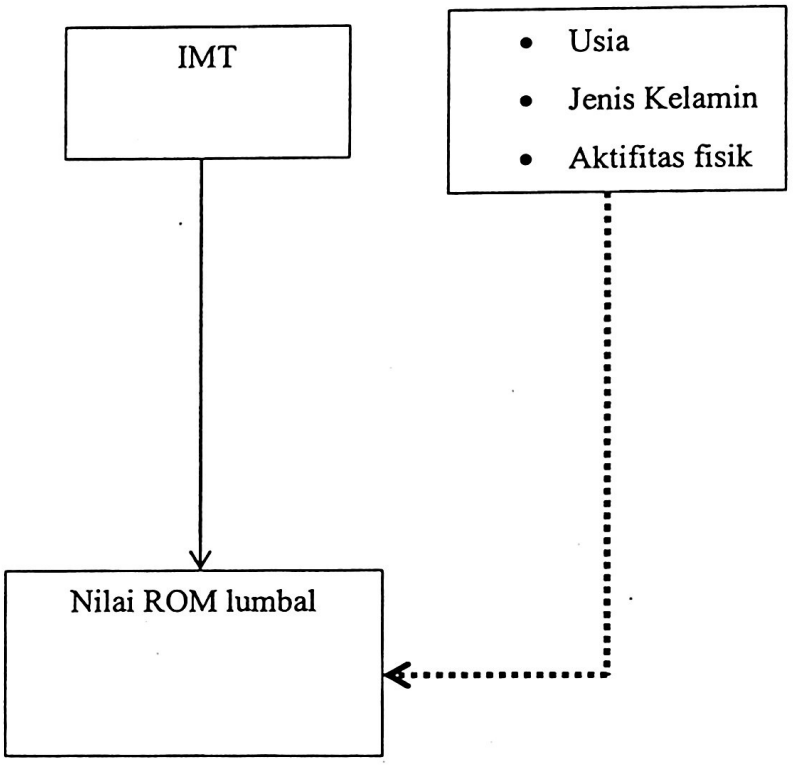
Berdasarkan penelitian Park *et al.* (2010), obesitas secara signifikan menyebabkan penurunan ROM ekstensi dan adduksi bahu, ekstensi dan lateral fleksi lumbal, dan fleksi lumbal. Hal ini diakibatkan oleh terjadinya penumpukan lemak di abdomen sehingga menyebabkan peningkatan tekanan intraabdominal. Peningkatan tekanan intraabdominal meyebabkan terjadinya penurunan ROM lumbal. Shyamal *et al.* (2009) dalam

penelitiannya mengungkapkan bahwa terdapat korelasi negatif antara IMT dan ROM lumbal pada anak-anak berusia 6-15 tahun. IMT secara signifikan mempengaruhi ROM ekstensi lumbal dan lateral fleksi lumbal namun tidak berpengaruh secara signifikan terhadap ROM fleksi lumbal (Park *et al.*, 2010). Hal ini terjadi karena gerakan fleksi lumbal lebih sering dipakai dibandingkan dengan ekstensi lumbal dan lateral fleksi lumbal. Erdogan *et al.* (2016) mengungkapkan bahwa pengurangan ROM pada anak obes dapat menyebabkan anak malas untuk bergerak sehingga memperparah obesitas karena energi yang dikeluarkan semakin sedikit.

2.2. Kerangka Teori



2.3. Kerangka Konsep



Keterangan:

⟶ = Variabel yang diteliti

⇢ = Variabel yang tidak diteliti