

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Anatomi fungsional kolumna lumbal

2.1.1 Columna vertebralis

Spine atau *columna vertebralis* membentuk struktur dasar batang tubuh, yang terdiri dari 33-34 vertebra (7 vertebra *cervikalis*, 12 vertebra *thorakalis*, 5 vertebra *lumbalis*, 5 vertebra *sacralis*, dan 5 vertebra *coccygea*) dan *discus intervertebralis*). *Spine* merupakan persendian dengan banyak segmen tetapi satu kesatuan fungsional yang berfungsi menjaga tubuh tetap tegak dan menjaga keseimbangan gravitasi. Antara ruas-ruas tulang belakang dihubungkan oleh *discus intervertebralis*. Setiap *discus intervertebralis* menerima beban yang berbeda satu dengan yang lain, beban pada *lumbal spine* paling besar, secara anatomi kinesiologi mempunyai arti spesifik yaitu sikap atau posisi *torsion* ataupun *disequal* mempengaruhi gerak dan fungsi pinggang secara keseluruhan dan akan menimbulkan patologi tertentu.

4,7,10

Pada masing-masing *columna vertebralis* dari *spine* mempunyai :

1. Postur

Postur *columna vertebralis* membentuk lengkungan dalam bidang sagital berupa lordosis pada servikal dan lumbal, dan kifosis pada thorakalis dan sakrum, dalam bidang frontal lurus. Lengkung kolumna

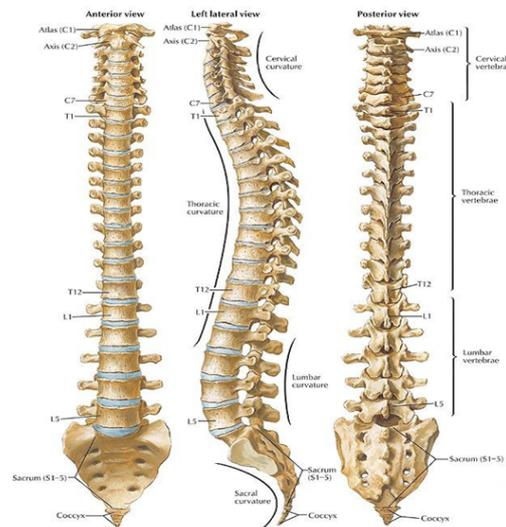
vertebralis dipertahankan oleh kerja otot-otot stabilisator global (*global muscle*) dan otot inti (*core muscle*) melalui kontraksi isometric secara efisien, membentuk posisi tegak normal. Pada posisi tersebut gaya yang bekerja pada tiap bagian tubuh tidak menimbulkan cedera pada jaringan *columna vertebralis*.^{5,10,14,15}

2. Stabilitas *columna vertebralis*

Stabilitas trunkus terbentuk oleh otot-otot global dan otot-otot inti fungsi utamanya untuk mempertahankan postur. Otot-otot global terdiri dari : *m. rectus abdominis*, *m. oblique external* dan *internal*, *m. quadratus lumborum*, *m. erector spine*, *m. illiopsoas*. Sedangkan otot-otot inti terdiri dari : *transverses abdominis*, *lumbar multifidus*, *diagpragma* dan *pelvic floor*⁴

3. Gerakan

Gerak yang dibentuk oleh anggota atas maupun anggota bawah terjadi dengan terkontrol bila stabilitas trunkus baik antara otot global dan otot inti. Menganalisis gerakan *columna vertebralis* dapat dilakukan dengan melakukan analisis terhadap segmen gerak yang terdiri atas koordinasi gerakan antara *lumbal spine* dan pelvis.^{4,10}



Gambar 1.

Kolumna Vertebralis tampak depan, belakang, samping

Dikutip dari Netter⁴

2.1.2 Lumbal spine

Vertebra lumbalis lebih besar dan tebal membentuk kurva lordosis dengan puncak L3 sebesar 2–4 cm, menerima beban sangat besar dalam bentuk kompresi maupun gerakan. Stabilitas dan gerakannya ditentukan oleh *facet*, *discus*, *ligament* dan otot disamping korpus itu sendiri. Berdasarkan arah permukaan *facet joint* maka *facet joint* cenderung dalam posisi bidang sagital sehingga pada regio lumbal menghasilkan dominan gerak yang luas yaitu fleksi-ekstensi lumbal.^{5,16}

2.1.3 *Discus intervertebralis lumbal*

Diantara dua corpus vertebra dihubungkan oleh diskus vertebralis, merupakan fibrokartilago kompleks yang membentuk *articulatio*

antara *corpus vertebra*, dikenal sebagai *symphysis joint* yang memungkinkan gerak yang luas pada vertebra. Setiap diskus terdiri atas 2 komponen yaitu :

1. *Nucleus pulposus*

Merupakan substansia gelatinosa yang berbentuk jelly transparan, mengandung 90% air, dan sisanya adalah kolagen dan proteoglikan. Nukleus pulposus tidak mempunyai pembuluh darah dan saraf tetapi memiliki kandungan cairan yang sangat tinggi maka dia dapat menahan beban kompresi serta berfungsi sebagai *shock absorber*.

2. *Annulus fibrosus*

Annulus fibrosus tersusun oleh serabut konsentrik jaringan kolagen yang saling menyilang secara vertikal satu sama lainnya sehingga lebih sensitif pada *strain* rotasi daripada beban kompresi, *tension*, dan *shear*. Secara mekanis, annulus fibrosus berperan sebagai *coiled spring* terhadap beban tekanan dengan mempertahankan korpus vertebra secara bersamaan melawan tahanan dari nukleus pulposus yang bekerja seperti bola. Diskus intervertebralis akan mengalami pembebanan pada setiap perubahan postur tubuh. Tekanan yang timbul pada pembebanan diskus intervertebralis disebut tekanan intradiskal. Tekanan intradiskal berhubungan erat dengan perubahan postur tubuh. Tekanan intradiskal pada lumbal yaitu pada L3-L4 karena L3-L4 menerima beban intradiskal yang terbesar pada regio lumbal.^{4,15}

2.1.4 *Facet joint*

Sendi faset dibentuk oleh *processus articularis superior* dari vertebra bawah dengan *processus articularis inferior* dari vertebra atas. Sendi faset termasuk dalam *non-axial diarthrodial joint*.

Sendi faset menopang sekitar 30% beban kompresi pada *spine*, terutama pada saat *spine* hiperekstensi. Gaya kontak yang paling besar terjadi pada L5-S1. Apabila *discus intervertebralis* dalam keadaan baik, maka *facet joint* akan menyangga beban axial sekitar 20 % sampai dengan 25%, tetapi ini dapat mencapai 70% apabila *discus intervertebralis* mengalami degenerasi. Facet joints juga menahan gerakan torsi sampai 40%.¹⁰

2.1.5 *Sistim ligamen pada Columna vertebralis*

Ligamen utama dari tulang lumbal (*lumbar spine*) adalah *ligamentum longitudinal anterior* (ligamen yang tebal dan kuat, dan stabilisator pasif gerakan ekstensi lumbal), *ligamentum longitudinal posterior* (ligamen yang sensitif karena banyak serabut saraf afferent nyeri (A delta dan tipe C, serta berperan sebagai stabilisator pasif saat gerakan fleksi lumbal), *ligamentum flavum* (mengandung banyak serabut elastin dan mengontrol gerakan fleksi lumbal), *ligamentum supraspinosus* dan *interspinosus* (stabilisator pasif saat gerakan fleksi lumbal), dan *ligamentum intertransversum* (mengontrol gerakan lateral fleksi kearah kontralateral).^{4,7,17}

2.1.6 Sistem muskular trunkus

2.1.6.1 Anatomi dan fisiologi otot-otot trunkus

Secara garis besar, otot-otot di regio punggung dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu kelompok *superficial*, *intermediate* dan *profunda*. Kelompok *superficial* dan *intermediate* mencakup otot-otot punggung ekstrinsik yang berperan dalam mengontrol gerakan extremitas dan juga gerakan pernafasan. Kelompok *profunda* mencakup otot-otot punggung intrinsik yang secara spesifik berperanan menggerakkan columna vertebralis dan mempertahankan postur tubuh tertentu.⁴

Otot-otot lapisan paling dalam yang berperan sebagai stabilisator gerak tubuh yakni otot *tranversus abdominus*, otot *multifidus*, otot *diafragma* dan *diafragma pelvis*. Sedangkan otot lapisan luar adalah otot *rektus abdominus*, otot *obliquus abdominus eksternus* dan *internus*, dan otot *quadratus lumborum*.¹⁸

Tabel 2. Prinsip kerja otot yang menghasilkan gerakan di regio *thoracal* dan *lumbal*

Flexi	Extensi	Lateral Flexi	Rotasi
Kerja bilateral dari: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Rectus abdominalis</i> • <i>Psoas mayor</i> • Gravitasi 	Kerja bilateral dari: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Erector spine</i> • <i>Multifidus</i> • <i>Semispinalis thoracis</i> 	Kerja bilateral dari: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Iliocostalis dan lumborum</i> • <i>Longissimus thoracis</i> • <i>Obliquus abdominis externus dan internus</i> • <i>Quadratus lumborum</i> 	Kerja bilateral dari: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Rotator</i> • <i>Multifidus</i> • <i>Obliquus abdomini externus</i> bekerja dengan sinkron dengan <i>obliquus abdominis internus</i> yang berlawanan • <i>Semispinalis thpracis.</i>

2.1.6.2 Kelompok otot-otot *superficialis* (ekstrinsik)

Otot-otot ekstrinsik superficial (*trapezius, latissimus dorsi, levator scapulae dan rhomboidei*) menghubungkan extremitas superior dengan batang tubuh dan berperan dalam mengontrol gerakan extremitas superior. Otot-otot tersebut mendapatkan suplai persyarafan dari *rami ventralis nervus cervicalis*. *Musculus trapezius* mendapat persyarafan dari *nervus accessorius* (N. XI).^{10,16,18}

2.1.6.3 Kelompok otot-otot *profunda* (intrinsik)

Kelompok otot intrinsik diinervasi oleh *rami dorsalis nervus spinalis*. Fungsi otot-otot ini adalah mengontrol *columna vertebralis*. Otot-

otot tersebut terbentang mulai pelvis hingga tengkorak dan dibungkus oleh *fascia* yang melekat di sebelah *medial* dari *ligamentum nuchea*, ujung dari *proc. Spinosus* dan *ligamentum supraspinosum* dan *crista sacralis mediana sacrum*. *Fascia* ini selanjutnya meluas ke *lateral* dari *proc. Spinosus* dan membentuk pembungkus yang tipis untuk otot-otot *profunda* di *regio thorax* serta membentuk pembungkus yang tebal dan kuat untuk otot-otot di *regio lumbal*.^{10,16,18}

2.1.6.3.1 Lapisan *superficialis* otot-otot intrinsik punggung

Kelompok ini adalah *musculi splenii* yang terletak di *lateral* dan *posterior* dari leher. Otot ini berasal dari *linea mediana* kemudian meluas ke arah *superolateral vertebrae cervicalis (splenius cervicis)* dan tengkorak (*splenium capitis*).^{7,10,16,18}

2.1.6.3.2 Lapisan intermediate otot-otot intrinsik punggung

Kelompok otot ini adalah *musculus erector spinae (sacrospinalis)* yang terletak pada alur di tiap-tiap sisi *columna vertebralis*. Otot ini merupakan otot *extensor vertebrae* yang utama, dibagi menjadi tiga *columna* : (1) *iliocostalis (columna lateralis)*, (2) *longissimus (columna intermediet)* dan (3) *spinalis (columna medialis)*.^{7,10,16,18}

2.1.6.3.3 Lapisan dalam otot-otot intrinsik punggung

Kelompok otot ini adalah otot-otot *transversus spinalis*, yaitu *semispinalis (superficial)*, *multifidus (intermediate)* dan *rotator*

(*profunda*). Otot-otot ini berasal dari *proc. Transversus vertebrae* dan melewati *proc. Spinosus vertebrae* di atasnya.

2.2 Fleksibilitas

Fleksibilitas adalah kemampuan sendi untuk melakukan gerakan dalam ruang gerak sendi secara maksimal. Fleksibilitas menunjukkan besarnya pergerakan sendi secara maksimal sesuai dengan kemungkinan gerak (*range of movement*). Kemampuan yang cepat dan lincah dalam mengubah arah memerlukan fleksibilitas tubuh atau bagian tubuh yang lebih dalam kegiatan tersebut. Melakukan perubahan kecepatan dan arah gerakan, dapat mengakibatkan regangan otot yang terlalu kuat sehingga memungkinkan terjadinya cedera otot (*muscle sprain*) apabila fleksibilitas otot yang dimiliki rendah. Latihan untuk meningkatkan fleksibilitas tidak boleh berlebihan, karena dapat berpengaruh tidak baik dan bahkan dapat merusak sikap tubuh itu sendiri.

Dalam pembinaan olahraga prestasi fleksibilitas sangat penting untuk dilatih karena sangat berpengaruh terhadap komponen biomotor yang lainnya. Maka dari itu fleksibilitas adalah komponen yang harus ditingkatkan terutama pada atlet usia dini atau atlet muda, serta pada atlet dewasa fleksibilitas harus tetap dilatihkan untuk pemeliharaan.

Fleksibilitas mencakup dua hal yang saling berhubungan yaitu kelentukkan dan kelenturan. Kelentukkan adalah keadaan fleksibilitas antara tulang dan persendian, dan kelenturan adalah keadaan fleksibilitas antara

tingkat elastisitas otot, tendo, dan ligamen. Kelentukkan dan kelenturan ini memungkinkan seseorang untuk melakukan berbagai macam gerakan secara elastis dengan penguluran tubuh yang luas tanpa mengalami rasa sakit yang berarti.

Fleksibilitas berbanding lurus dengan faktor latihan, artinya semakin banyak latihan yang dilakukan (dalam posisi dan frekuensi yang benar) untuk meningkatkan fleksibilitas, maka tingkat fleksibilitasnya akan semakin bertambah atau meningkat.^{11,19,20}

2.3 Peran *back exercises* dalam meningkatkan fleksibilitas lumbal.

Back exercises mempunyai manfaat untuk memperkuat otot-otot perut dan otot-otot punggung sehingga tubuh dalam keadaan tegak. *Back exercises* yang dilakukan secara baik dan benar dalam waktu yang relatif lama akan meningkatkan kekuatan otot secara aktif sehingga disebut stabilisasi aktif. Peningkatan kekuatan otot juga mempunyai efek peningkatan daya tahan tubuh terhadap perubahan gerakan atau pembebanan secara statis dan dinamis.

Back exercises juga memperbaiki sistim peredaran darah sehingga mengatasi terjadinya pembengkakan yang dapat mengganggu gerakan dan fungsi sendi.⁷

Prinsip latihan pada penderita nyeri punggung bawah muskuloskeletal adalah memperbaiki postur tubuh, mengurangi hiperlordosis lumbal, dan membiasakan diri untuk melakukan gerakan-gerakan yang sesuai dengan mekanik tulang belakang. Sikap standar yang didefinisikan oleh *Posture*

Committee of the American Academy of Orthopaedic Surgery (1947), “*Skeletal alignment* sebagai bagian dari tubuh yang seimbang yang melindungi struktur penyokong tubuh dari trauma dan deformitas yang progresif.” *Skeletal alignment* adalah sistem muskuloskeletal yang berhubungan dengan kolumna vertebralis.^{7,9}

Secara operasional pemberian latihan penguatan otot punggung bawah ditujukan untuk :

- Memperkuat otot-otot fleksor lumbosakral terutama otot dinding abdomen dan otot gluteus
- Mengurangi ketegangan otot
- Meregangkan otot-otot yang memendek
- Mengurangi gaya yang bekerja pada tulang punggung dengan cara mengurangi beban badan dan koreksi postur

Berbagai metoda *back exercises* telah dikembangkan untuk pengelolaan NPB, diantaranya ada 2 metoda yang telah dikenal luas oleh para terapis fisik, yaitu *McKenzie back extension exercises* dan *Williams' flexion exercises* (WFE).²¹

Tidak ada dosis yang baku dalam pemberian *back exercise* untuk meningkatkan fleksibilitas lumbal. Seperti umumnya pemberian resep latihan, faktor yang menjadi bahan pertimbangan dalam pemberian program *back exercise* adalah tujuan latihan (untuk meningkatkan mobilitas/ fleksibilitas lumbal atau untuk meningkatkan kekuatan dan ketahanan otot atau stabilitas

lumbal). Dosis latihan dinyatakan dalam jumlah repetisi dan durasi tiap sesi latihan, intensitas (bila menggunakan tahanan atau beban), frekuensi (berapa kali dalam seminggu) dan lamanya atau periode latihan.^{6,8,9,21,22}

2.3.1 *Williams' flexion exercises*

Williams' flexion exercises pertama kali dikembangkan oleh Dr. Paul Williams (1937). Tujuan dari latihan fleksi ini adalah untuk mengurangi tekanan oleh beban tubuh pada sendi faset (*articular weight-bearing stress*) dan meregangkan otot dan fascia (meningkatkan ekstensibilitas jaringan lunak) di daerah *dorsolumbal*, serta bermanfaat untuk mengoreksi postur tubuh yang salah. Latihan fleksi ini juga dapat meningkatkan stabilitas di daerah lumbal karena secara aktif melatih otot-otot *abdominal*, *gluteus maximus*, dan *hamstring*. Di samping itu latihan fleksi akan meningkatkan tekanan *intra abdominal* yang mendorong kolumna vertebralis lumbal ke arah belakang, dengan demikian akan membantu mengurangi *hiperlordosis lumbal* dan mengurangi tekanan pada diskus intervertebralis. Secara teoritis, latihan fleksi ini dapat membantu mengurangi nyeri dengan cara mengurangi gaya kompresi pada sendi faset, dan meregangkan (*stretching*) fleksor hip dan ekstensor lumbal. Metoda latihan fleksi ini cocok digunakan untuk meningkatkan atau memulihkan mobilitas (fleksibilitas) lumbal pada kasus-kasus NPB mekanik. Kontraindikasi dari latihan fleksi punggung ini adalah: instabilitas atau hipermobilitas segmental dari kolumna vertebralis lumbal,

misalnya pada keadaan spondilolistesis, spondilolisis; herniasi diskus; peningkatan nyata dari nyeri punggung bawah, penjalaran nyeri ke tungkai bawah (nyeri radikuler). Karena latihan fleksi punggung ini meningkatkan tekanan intra abdominal, maka sebaiknya latihan fleksi ini hati-hati dilakukan atau bahkan dihindari pada pasien dengan gangguan kardiovaskuler, seperti hipertensi yang tidak terkontrol, riwayat infark miokard akut, dan riwayat stroke.^{8,9,19,20}

Program latihan ini terdiri dari 8 gerakan yaitu: *pelvic tilting*, *single knee to chest*, *double knee to chest*, *partial sit-up*, *hamstring stretch*, *bicycling*, *bending from a chair*, *wall squat*, dan *squat*. Pelaksanaan latihan *Williams' flexion exercises* adalah sebagai berikut:^{7,8}

1. *Pelvic tilting*. Berbaring terlentang dengan kedua lutut fleksi dan posisi kaki datar di atas matras. Tekan atau luruskan punggung ke arah matras. Posisi ini dipertahankan selama 5 – 8 detik dan lakukan repetisi 4 kali.^{7,8,23}
2. *Single knee to chest*. Berbaring terlentang dengan kedua lutut fleksi dan posisi kaki datar di atas matras. Secara perlahan, tarik lutut kanan dengan kedua tangan sejauh mungkin ke arah dada, dan pertahankan selama 5 – 10 detik. Kemudian kembali ke posisi awal secara perlahan-lahan dan ulangi gerakan yang sama untuk lutut yang kiri.^{7,8,23}
3. *Double knee to chest*. Berbaring terlentang, kedua lutut fleksi dan posisi kaki datar di atas matras. Seperti gerakan pada nomor 2, namun

- sekarang kedua lutut ditarik bersama-sama sejauh mungkin ke arah dada. Pertahankan selama 5 – 8 detik dan kemudian kembali ke posisi awal secara perlahan-lahan. Lakukan repetisi sebanyak 4 kali ^{7,8,23}
4. *Partial sit-up*. Lakukan gerakan *pelvic tilting* (nomor 1) dan pada saat yang bersamaan naikkan kepala, leher, dan bahu dari atas matras. Pertahankan selama 5 – 8 detik dan kemudian perlahan kembali ke posisi semula. Lakukan repetisi sebanyak 4 kali. ^{7,8,23}
 5. *Hamstring stretch*. Berbaring terlentang dengan kedua tungkai lurus. Kemudian salah satu tungkai diangkat dalam posisi lutut yang lurus sampai telapak kaki mengarah lurus ke atas, kedua tangan menopang pada bagian belakang paha. Pertahankan 5 – 8 detik, kemudian perlahan-lahan tungkai diturunkan ke posisi awal. Lakukan gerakan yang sama untuk tungkai yang satunya, lakukan repetisi 4 kali (2 kali untuk tungkai kiri dan 2 kali untuk tungkai kanan). ^{7,8,23}
 6. *Hip flexor stretch*. Menempatkan kaki kiri di depan dengan posisi fleksi dan meluruskan kaki kanan ke belakang. Fleksi kaki kiri sampai menyentuh axilla. Ulangi dengan kaki kanan bergantian dengan pertahankan 5 – 8 detik dengan 4 kali repetisi. ^{7,8,23,24}
 7. *Bending from a chair*. Duduk di kursi yang disandarkan pada dinding, kedua tungkai terpisah, bungkukkan tubuh kedepan sampai telapak tangan menyentuh lantai 5 – 8 detik dengan 4 kali repetisi. ^{7,8,23}

8. *Squat*. Posisi berdiri dengan punggung lurus dan kedua lengan diluruskan ke depan. Posisi kedua kaki sejajar. Kemudian perlahan-lahan berjongkok dengan kedua lengan masih lurus ke depan. Pertahankan 5 – 8 detik dengan repetisi 4 kali.^{7,8,23}

2.3.2 *McKenzie Exercises*

McKenzie back extension exercises pertama kali dikembangkan oleh Robin McKenzie (1981), seorang ahli terapi fisik yang berasal dari Selandia Baru. Tujuan utama dari latihan ekstensi ini adalah untuk penguatan otot-otot ekstensor punggung. Secara teoritis, latihan ekstensi dapat pula membantu mengurangi nyeri dengan cara mengurangi tekanan intradiskal sehingga mengurangi penekanan pada serabut anular posterior dan pada akar saraf. Kontraindikasi dari latihan ekstensi punggung ini adalah sebagai berikut: instabilitas atau hipermobilitas segmental dari kolumna vertebralis lumbal, misalnya pada keadaan spondilolistesis atau spondilolisis; herniasi diskus, terdapat defisit neurologis (sensorik atau motorik) bilateral, peningkatan nyata dari nyeri punggung bawah meskipun pada saat bersamaan gejala nyeri radikuler berkurang; dan peningkatan gangguan sensorik radikuler.^{8,13,21,22,25,26}

Program latihan ini terdiri dari 7 gerakan yaitu : *Prone lying, Prone lying on elbows, Prone press-ups, Standing extension, Flexion in Lying, Flexion in Standing,* dan *Flexion in Sitting*. Pelaksanaan latihan *McKenzie Exercises* adalah sebagai berikut:^{7,8}

1. *Prone lying*. Berbaring tengkurap dengan posisi lengan di sisi badan, dan kepala menghadap ke salah satu sisi. Pertahankan posisi ini 5 – 10 menit.
2. *Prone lying on elbows*. Berbaring tengkurap dengan menahan berat badan (bertumpu) pada siku dan lengan bawah, dengan posisi panggul menyentuh lantai. Merelaksasikan punggung bawah. Pertahankan posisi ini selama 3 – 5 menit. Jika terdapat rasa nyeri, ulangi langkah nomor 1.
3. *Prone press-ups*. Berbaring tengkurap dengan posisi telapak tangan dekat dengan bahu, setelah itu mengangkat bahu dengan cara mendorong telapak tangan secara perlahan, dan pertahankan posisi panggul tetap melekat dengan matras, kemudian turunkan bahu. Ulangi sebanyak 10 kali.
4. *Standing extension*. Posisi berdiri, kemudian meletakkan kedua tangan pada punggung dan menyandar ke belakang. Tunggu hingga 8 detik dan lakukan repetisi sebanyak 4 kali.
5. *Flexion in Lying*. Berbaring terlentang, kedua lutut fleksi dan posisi kaki datar di atas matras. Kedua lutut ditarik bersama-sama sedekat mungkin ke arah dada. Dilakukan dan ditahan selama 5 – 8 detik dengan 4 kali repetisi. Berhenti ketika terdapat rasa sakit.
6. *Flexion in Standing*. Bungkukkan tubuh ke depan dan gerakkan jari ke kaki sejauh mungkin yang bisa dicapai. Setiap gerakan dilakukan dan ditahan 5 – 8 detik dengan 4 kali repetisi.
7. *Flexion in Sitting*. Bungkukkan tubuh ke belakang dengan posisi subjek penelitian duduk di kursi. Setiap gerakan dilakukan dan ditahan 5 – 8 detik dengan 4 kali repetisi.²⁷

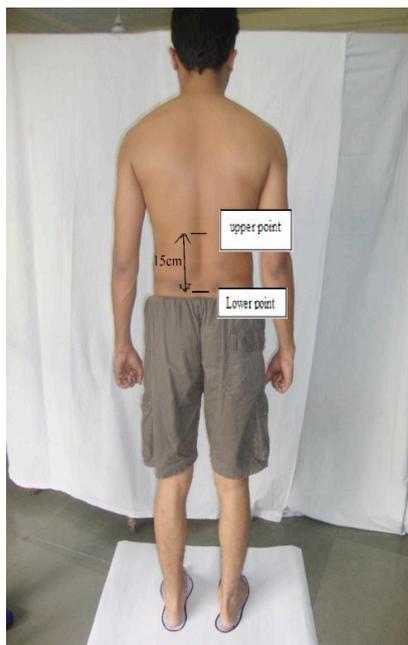
2.4 Pengukuran fleksibilitas lumbal

Penilaian mobilitas/ fleksibilitas lumbal merupakan kunci identifikasi dari adanya gangguan pada lumbal, dan merupakan komponen integral dari rencana pengobatan terapi fisik . Ada beberapa cara untuk menilai mobilitas (lingkup gerak) atau fleksibilitas lumbal, antara lain dengan menggunakan goniometer, elektrogoniometer, inklinometer, *modified Schöber test* (MST), *modified modified Schöber test* (MMST).²⁸

Salah satu metode yang sering dipakai untuk menilai mobilitas lumbal adalah dengan metode *tape measurement*, yang termasuk diantaranya adalah MST dan MMST. Pada tahun 1970 an – 2000 an, MST sering dipakai, namun seiring berjalannya waktu banyak peneliti yang mempertanyakan validitasnya karena acuan yang dipakai pada metode MST, yaitu *lumbosacral junction*. Klinisi seringkali kesulitan untuk menentukan batas *lumbosacral junction* yang benar – benar tepat, apalagi pada pasien dengan IMT > 30. Berdasarkan hal tersebut, maka oleh para peneliti, dikembangkan MMST (modifikasi dari MST) dengan menggunakan SIPS (*Spina Iliaca Posterior Superior*) sebagai acuan.^{28,29}

Prosedur MMST adalah posisi pasien berdiri tegak. Sebuah garis acuan dibuat pada daerah punggung bawah yang menghubungkan kedua SIPS. Kemudian dibuat tanda di pertengahan kedua SIPS (midline) / di

daerah sakral, dan ditarik garis sepanjang 15 cm ke arah kranial. Untuk pengukuran fleksi lumbal, pasien disuruh membungkuk semaksimal mungkin. Jarak antara kedua tanda diukur kembali. Sedangkan, untuk mengukur ekstensi lumbal, pasien disuruh membungkuk ke belakang semaksimal mungkin. Perubahan jarak kedua tanda tersebut dicatat, nilainya merupakan cerminan atau estimasi derajat fleksi dan ekstensi lumbal. Mobilitas lumbal dikatakan baik jika nilai perbedaan jarak kedua tanda dalam posisi tegak dan dalam posisi membungkuk ke depan maksimal ≥ 6 cm, dan ≥ 2 cm dalam posisi membungkuk ke belakang maksimal.^{28,29}



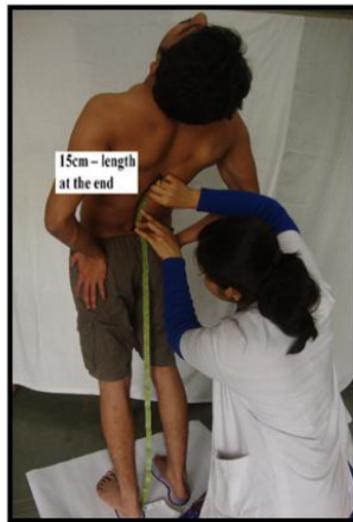
Gambar 2. Batas inferior dan superior pengukuran MMST.

Dikutip dari Malik²⁹



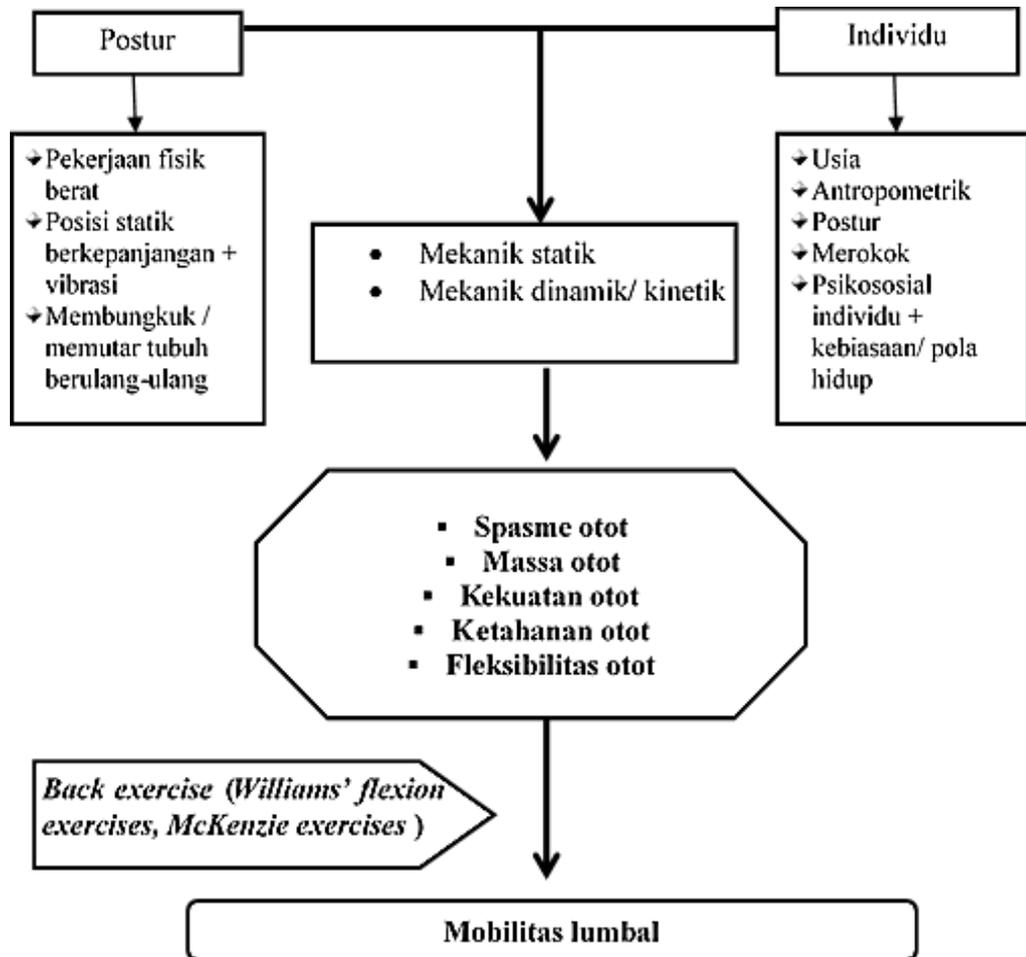
Gambar 3. Pengukuran *flexion* MMST.

Dikutip dari Malik²⁹

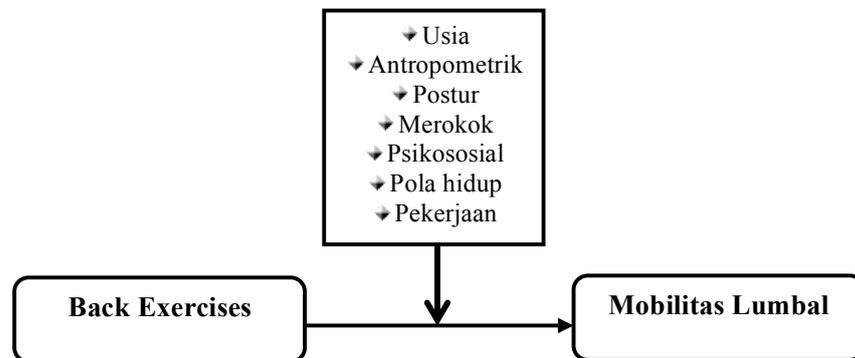


Gambar 4. Pengukuran *extension* MMST
Dikutip dari Malik²⁹

2.5 Kerangka teori



2.6 Kerangka konsep



2.7 Hipotesis

2.7.1 Hipotesis mayor

Terdapat perbedaan fleksibilitas setelah melakukan *McKenzie exercises* dan *Williams' flexion exercises*.

2.7.2 Hipotesis minor

1. Terdapat perbedaan derajat fleksibilitas lumbal sebelum dan sesudah melakukan *Williams' flexion exercises*.
2. Terdapat perbedaan derajat fleksibilitas lumbal sebelum dan sesudah melakukan *McKenzie exercises*.
3. Terdapat perbedaan delta derajat fleksibilitas lumbal pada *Williams' flexion exercises* dan *McKenzie exercises*.