

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Anatomi

1. Sistem Tulang

Tulang belakang atau columna vertebralis adalah struktur tulang utama yang membentuk kerangka aksial tubuh manusia dan berfungsi menopang berat badan, melindungi sumsum tulang belakang, serta memungkinkan gerakan fleksibel dari kepala hingga panggul. Pada orang dewasa, tulang belakang terdiri dari 33 vertebra yang terbagi menjadi lima region utama, yaitu 7 vertebra servikal (leher), 12 torakal (punggung tengah), 5 lumbar (punggung bawah), 5 sakral (menyatu membentuk sakrum), dan 4 koksigeal (menyatu membentuk tulang ekor) (Hasmar, 2023).



Gambar 1. 1 Tulang *Vertebra* (Hasmar, 2023)

Setiap vertebra terdiri dari dua bagian utama: badan vertebra (*corpus vertebrae*) yang berbentuk silinder dan berfungsi sebagai penopang utama beban tubuh, serta arcus vertebrae yang melingkari bagian posterior badan vertebra dan

membentuk foramen vertebrae, yaitu saluran tempat sumsum tulang belakang berada. Arcus vertebrae terdiri dari pedikel (pediculus) dan lamina, serta sejumlah prosesus (penonjolan tulang) seperti processus spinosus, processus transversus, dan processus articularis yang berperan sebagai titik perlekatan otot dan sendi antar vertebra (Untari et al., 2023).

Di antara dua vertebra berturut-turut terdapat foramen intervertebrale, yaitu celah yang menjadi jalur keluarnya akar saraf spinal dari sumsum tulang belakang. Bagian tulang belakang lumbar terdiri dari lima vertebra besar (L1-L5) yang terletak antara tulang rusuk bagian bawah dan panggul. Vertebra lumbar memiliki ukuran badan vertebra terbesar dibandingkan vertebra di region lain, karena harus menopang beban tubuh bagian atas secara langsung dan menahan tekanan mekanik yang tinggi, terutama saat duduk lama atau mengangkat beban berat (Hasmar, 2023).

Vertebra lumbar dicirikan dengan tidak adanya foramen transversarium pada processus transversus dan tidak adanya celah pada sisi vertebra, berbeda dengan vertebra servikal dan torakal. Tulang lumbar membentuk lengkung lordosis (lengkung ke dalam) yang berfungsi menyeimbangkan tubuh dan menyerap tekanan mekanik saat bergerak atau duduk (Hasmar, 2023).

Tulang lumbar berperan sebagai penopang utama berat badan dan memberikan stabilitas sekaligus fleksibilitas pada tubuh bagian bawah. Tulang ini memungkinkan gerakan fleksi, ekstensi, lateral, dan rotasi terbatas pada batang tubuh. Fungsi ini sangat penting terutama bagi karyawan administrasi yang menghabiskan waktu lama dalam posisi duduk, karena tulang lumbar harus

menahan beban statis yang cukup besar selama durasi duduk yang lama (Hasmar, 2023).

Di antara vertebra lumbar terdapat cakram intervertebralis yang terdiri dari annulus fibrosus (lapisan luar fibrosa yang kuat) dan nukleus pulposus (inti gel yang elastis). Cakram ini berfungsi sebagai bantalan penyerapan tekanan dan memungkinkan pergerakan antar vertebra. Duduk lama menyebabkan tekanan berlebih pada cakram ini, yang dapat memicu degenerasi dan nyeri punggung bawah (Kusmawati & Anugraini, 2022).

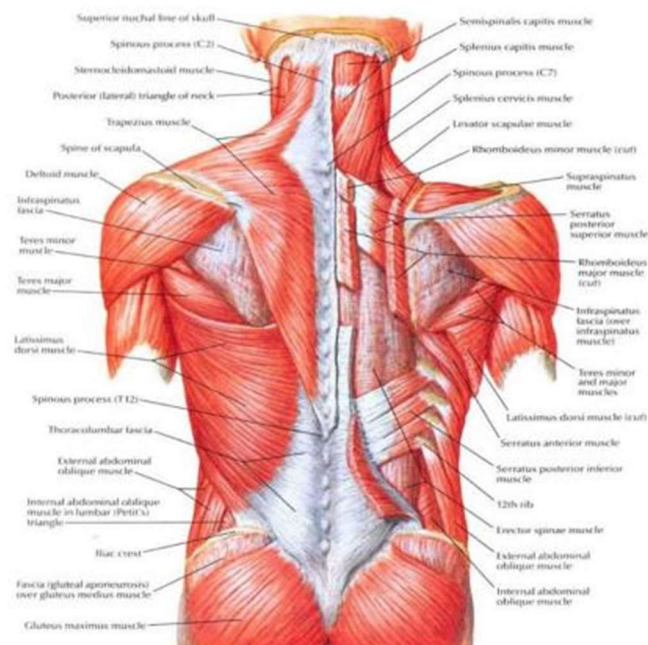
Ligamen longitudinal anterior dan posterior merupakan struktur ligamen utama yang membentang sepanjang badan vertebra dan cakram intervertebralis, berperan penting dalam memberikan stabilitas tambahan pada tulang belakang, khususnya di regio lumbal. Ligamen longitudinal anterior terletak di bagian depan badan vertebra dan cakram, berfungsi untuk mencegah gerakan hiperekstensi atau peregangan berlebih ke belakang. Sementara itu, ligamen longitudinal posterior terletak di bagian belakang badan vertebra, tepat di dalam kanalis vertebralis, memanjang mulai dari dasar tengkorak hingga ke sakrum. Namun, ligamen ini cenderung lebih tipis di area lumbar, sehingga meningkatkan kerentanan terhadap herniasi cakram intervertebralis, terutama di bagian bawah tulang belakang. Kondisi ini menjadi salah satu penyebab umum nyeri punggung bawah akibat penonjolan atau keluarnya isi cakram yang menekan saraf (Hamdan et al., 2023).

Secara anatomi, vertebra lumbal terletak di regio punggung bawah, menghubungkan daerah thorakal di atas dan tulang sacrum di bawah. Ciri khas vertebra lumbal adalah memiliki korpus (badan) dan arkus (lengkungan) yang

besar dan kuat untuk menopang beban tubuh. Tulang belakang bagian lumbal terdiri dari lima ruas vertebra, yang secara struktural bersendi dengan vertebra thorakal ke-12 di atas dan bersatu dengan tulang sakrum di bawah. Korpus vertebra lumbal berperan utama sebagai penyangga berat badan, sehingga area ini sering mengalami tekanan biomekanis tinggi, terutama saat duduk, berdiri, atau mengangkat beban (Yueniwati, 2014).

2. Sistem Otot

Otot-otot di sekitar tulang belakang, khususnya pada daerah punggung bawah (lumbal), memiliki peranan penting dalam menjaga stabilitas, postur, dan mobilitas tulang belakang. Otot-otot ini berfungsi sebagai stabilisasi aktif yang melengkapi stabilisasi pasif dari tulang dan ligamen, serta membantu menahan beban tubuh terutama saat posisi duduk lama (Nugrahaeni, 2020).



Gambar 1. 2 Anatomi Otot (Hasmar, 2023)

Lapisan superfisial di bawah jaringan subkutan punggung bawah dilapisi oleh fascia lumbodorsal, yang melekat pada prosesus spinosus vertebra, crista iliaca, dan crista lateral sacrum. Fascia ini menjadi origo bagi otot-otot besar seperti latissimus dorsi dan transversus abdominis, serta mengelilingi otot sacrospinalis (erector spinae). Fascia lumbodorsal berfungsi sebagai penopang dan penghubung otot-otot punggung dengan struktur tulang belakang (Creze et al., 2018).

Kelompok otot erector spinae merupakan otot multisegmental superfisial yang terdiri dari tiga bagian utama: iliocostalis, longissimus, dan spinalis. Otot-otot ini melekat pada tulang belakang, tulang rusuk, dan pelvis, berfungsi untuk ekstensi, fleksi lateral, dan rotasi tulang belakang. Pada punggung bawah, erector spinae berperan penting dalam mempertahankan postur tegak dan menstabilkan tulang belakang saat duduk (Hamdan et al., 2023).

Otot multifidus adalah otot kecil yang terletak lebih dalam, melekat pada processus spinosus vertebra dan berperan sebagai stabilisator utama tulang belakang lumbar. Multifidus membantu mengontrol gerakan antar vertebra dan menjaga keseimbangan tulang belakang, sehingga mencegah gerakan berlebihan yang dapat menyebabkan cedera atau nyeri (Fadli Muhammad et al., 2020).

Quadratus lumborum adalah otot yang terletak di bagian lateral columna vertebralis antara ilium dan tulang rusuk kedua belas. Origonya pada crista iliaca dan ligamentum iliolumbar, dan insersinya pada tulang rusuk kedua belas serta processus transversus vertebra lumbar. Otot ini berfungsi untuk fleksi lateral batang tubuh, stabilisasi tulang rusuk selama pernapasan, dan membantu ekstensi

tulang belakang. Ketegangan atau kelelahan otot ini sering dikaitkan dengan nyeri punggung bawah (El-Boghdadly et al., 2016).

Psoas major adalah otot kuat yang berjalan vertikal dari vertebra torakal terakhir dan seluruh vertebra lumbar ke kepala femur. Otot ini berperan dalam fleksi dan rotasi lateral pinggul serta membantu mempertahankan postur duduk dan berdiri. Otot iliacus yang melekat pada fossa iliaca bergabung dengan psoas major membentuk iliopsoas, yang juga berperan dalam fleksi pinggul dan stabilisasi punggung bawah (Abdurachman et al., 2016).

3. Sistem Persendian

Tulang belakang merupakan struktur anatomi yang sangat kompleks, tersusun atas rangkaian tulang vertebra yang saling terhubung, dilengkapi dengan persendian, ligamen, otot, serta berbagai jaringan lunak lainnya. Seluruh komponen ini bekerja secara sinergis untuk menopang tubuh, memberikan stabilitas postural, menjaga fleksibilitas gerak, serta melindungi struktur vital berupa sumsum tulang belakang yang berada di dalamnya (Ramadhani & Widyaningrum, 2022). Kombinasi kekuatan tulang, elastisitas ligamen, dan kontraksi otot memungkinkan tulang belakang menjalankan fungsinya dengan optimal, baik dalam aktivitas sehari-hari maupun saat tubuh menerima beban. Selain itu, keberadaan jaringan lunak di sekitar tulang belakang juga berperan penting dalam meredam getaran dan mencegah cedera, sehingga struktur ini tidak hanya memberikan dukungan mekanis, tetapi juga berfungsi sebagai sistem perlindungan utama terhadap saraf pusat yang mengontrol sebagian besar aktivitas tubuh (Septiani et al., 2022). Pada punggung bawah (region lumbar), anatomi persendian dan ligamen sangat berperan dalam menopang beban tubuh dan memungkinkan gerakan yang diperlukan dalam

aktivitas sehari-hari, termasuk posisi duduk yang lama (Ramadhani & Widyaningrum, 2022).

Setiap vertebra lumbar terhubung dengan vertebra di atas dan bawahnya melalui beberapa jenis persendian yang membentuk unit fungsional tulang belakang. Persendian utama meliputi:

1. Sendi Facet (Zygapophyseal Joint)

Sendi facet merupakan sendi sinovial kecil yang terletak di bagian posterior antara prosesus artikularis superior vertebra bawah dan prosesus artikularis inferior vertebra atas. Sendi ini dilapisi oleh kartilago hialin dan dikelilingi oleh kapsul sendi fibrosa yang mensekresikan cairan sinovial untuk pelumasan. Fungsi utama sendi facet adalah memberikan stabilitas sekaligus memungkinkan gerakan fleksi, ekstensi, rotasi, dan fleksi lateral tulang belakang (Hasmar, 2023).

Pada tulang belakang lumbar, sendi facet memiliki bidang gerak sagital yang membatasi rotasi dan fleksi lateral berlebihan, sehingga menjaga stabilitas tulang belakang saat bergerak. Sendi facet juga berperan dalam menahan beban mekanik, terutama saat posisi duduk yang memberikan tekanan kompresi tinggi pada tulang belakang.

Struktur kapsul sendi facet pada lumbar relatif tebal dan kuat, dengan adanya invaginasi meniskus fibro-adiposa yang membantu distribusi beban dan stabilitas sendi (Hasmar, 2023).

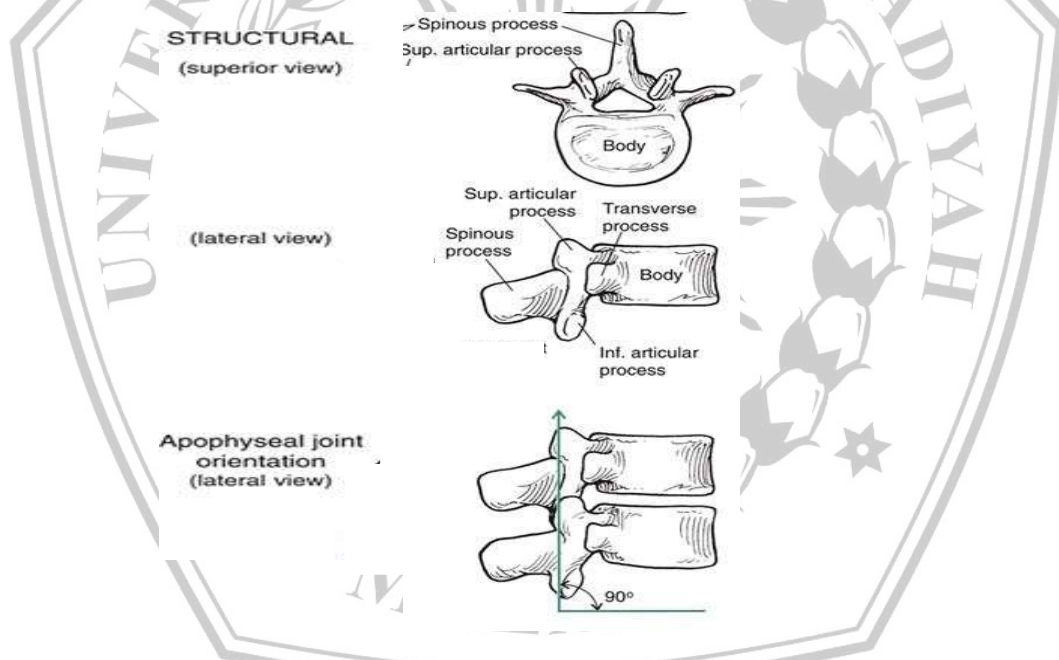
2. Sendi Intervertebralis (Diskus Intervertebralis)

Di antara badan vertebra terdapat diskus intervertebralis yang terdiri dari annulus fibrosus (lapisan fibrosa kuat) dan nukleus pulposus (inti gel

elastis). Diskus ini berfungsi sebagai bantalan penyerapan tekanan dan memungkinkan gerakan antar vertebra. Diskus intervertebralis termasuk jenis sendi amfiartrosis (cartilaginous joint) yang memberikan fleksibilitas terbatas namun penting untuk meredam beban mekanik (Agustin et al., 2023).

3. Sendi Sakroiliaka

Meskipun bukan bagian langsung dari tulang belakang lumbar, sendi sakroiliaka menghubungkan tulang sacrum dengan pelvis dan berperan dalam distribusi beban dari tulang belakang ke anggota bawah. Sendi ini memiliki komponen sinovial dan fibrosa dengan gerakan yang sangat terbatas namun penting dalam stabilitas panggul dan punggung bawah (Hasmar, 2023).



Gambar 1. 3 Struktur dan orientasi sendi apophyseal vertebra lumbar (Wahyuni, 2020)

Ligamen merupakan jaringan fibrosa yang menghubungkan tulang ke tulang dan memberikan stabilitas pasif pada tulang belakang. Ligamen-ligamen utama yang berperan pada punggung bawah meliputi:

1. Ligamen Longitudinal Anterior

Ligamen ini terletak di bagian anterior badan vertebra dan melekat sepanjang permukaan anterior vertebra dari tulang occipital hingga sacrum. Ligamen longitudinal anterior merupakan struktur yang lebar dan kuat, berfungsi menahan hiper-ekstensi tulang belakang dan menjaga stabilitas anterior vertebra. Serabut terdalam ligamen ini berikatan kuat dengan annulus fibrosus diskus intervertebralis (Wahyuni, 2020).

2. Ligamen Longitudinal Posterior

Terletak di bagian posterior badan vertebra, membatasi anterior canalis spinalis. Ligamen ini lebih tipis dan lemah dibanding ligamen anterior, terutama pada daerah lumbar bawah, sehingga menjadi area rentan terjadinya herniasi diskus. Ligamen longitudinal posterior melekat pada permukaan posterior vertebra dan diskus, serta berfungsi menahan hiperfleksi dan menjaga integritas kanal spinal (Wahyuni, 2020).

3. Ligamen Flavum

Ligamen flavum adalah ligamen elastis yang menghubungkan lamina vertebra berdekatan di bagian posterior tulang belakang. Ligamen ini membantu mempertahankan postur tegak dan melindungi sumsum tulang belakang dengan menutup ruang antara lamina. Ligamen flavum juga berperan dalam menjaga kestabilan tulang belakang selama gerakan fleksi dan ekstensi (Wahyuni, 2020).

4. Ligamen Interspinosus dan Supraspinosus

Ligamen interspinosus menghubungkan prosesus spinosus vertebra yang berdekatan, sedangkan ligamen supraspinosus membentang sepanjang

puncak prosesus spinosus dari vertebra servikal hingga lumbar. Kedua ligamen ini membantu membatasi fleksi berlebihan tulang belakang dan berperan dalam stabilitas posterior tulang belakang (Wahyuni, 2020).

Duduk dalam waktu lama menyebabkan tekanan mekanik yang meningkat pada tulang belakang lumbar, terutama pada sendi facet dan diskus intervertebralis. Tekanan ini dapat mencapai 140-190% dari beban normal, terutama jika posisi duduk tidak ergonomis dan statis tanpa perubahan posisi. Tekanan berulang dan lama ini dapat menyebabkan degenerasi kartilago sendi facet, inflamasi kapsul sendi, serta kerusakan diskus intervertebralis yang memicu nyeri punggung bawah (Gerhana et al., 2020).

Ligamen-ligamen yang menstabilkan tulang belakang juga mengalami peregangan atau tekanan berlebih akibat postur duduk yang buruk dan durasi duduk lama. Misalnya, ligamen longitudinal posterior yang lebih tipis rentan terhadap cedera dan dapat memperparah kondisi herniasi diskus lumbar. Ligamen flavum yang elastis dapat menebal akibat stres kronis, menyebabkan penyempitan kanal spinal (stenosis) yang berkontribusi pada nyeri dan gangguan neurologis (Fathony, 2023).

B. Nyeri Punggung Bawah (NPB)

1. Pengertian Nyeri Punggung Bawah

Nyeri punggung bawah atau *Low Back Pain* (LBP) merupakan salah satu gangguan muskuloskeletal yang banyak dialami oleh pekerja maupun masyarakat umum akibat faktor ergonomi yang tidak tepat, seperti postur tubuh yang salah saat duduk atau bekerja dalam waktu lama. LBP didefinisikan sebagai

nyeri yang terlokalisasi di area antara batas bawah tulang rusuk (*costae*) hingga lipatan bokong bagian bawah (*gluteal fold*), yang berlangsung lebih dari satu hari. Keluhan nyeri ini umumnya bersifat akut, dapat menjalar ke bokong hingga salah satu atau kedua paha, dan sering kali disertai rasa kaku atau ketegangan di area punggung bawah. Kondisi tersebut biasanya dipicu oleh aktivitas berulang yang melibatkan otot-otot punggung, penggunaan otot secara berlebihan, postur tubuh yang salah, atau cedera mikro yang terjadi secara terus-menerus dalam jangka waktu tertentu (Rahmawati, 2021).

Prevalensi nyeri punggung bawah di negara-negara industri dilaporkan sangat tinggi, yakni lebih dari 70% penduduk pernah mengalami kondisi ini setidaknya sekali dalam hidup mereka. Adapun prevalensi tahunan rata-rata berkisar antara 15% hingga 45%. Apabila keluhan nyeri berlangsung terus-menerus atau berulang selama lebih dari 12 minggu, maka kondisi tersebut dikategorikan sebagai nyeri punggung bawah kronik, yang dapat memengaruhi produktivitas, kualitas hidup, hingga menyebabkan gangguan fungsional yang lebih serius (Rahmawati, 2021).

2. Klasifikasi Nyeri Punggung Bawah

Dalam pembagiannya, nyeri punggung bawah dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama berdasarkan penyebab dan karakteristik klinisnya, yaitu nyeri punggung bawah spesifik dan nyeri punggung bawah non-spesifik. Klasifikasi ini bertujuan untuk memudahkan penegakan diagnosis serta menentukan penatalaksanaan yang sesuai dengan kondisi pasien.:

a. Nyeri punggung bawah akut

Nyeri punggung bawah akut adalah kondisi nyeri yang berlangsung dalam kurun waktu kurang dari 12 minggu dan biasanya ditandai dengan munculnya rasa nyeri secara tiba-tiba pada area punggung bagian bawah. Rasa nyeri tersebut umumnya bersifat mendadak dan dapat hilang atau sembuh dengan sendirinya dalam waktu tertentu, tergantung pada tingkat keparahan dan faktor penyebabnya. Nyeri punggung bawah akut sering kali disebabkan oleh kejadian traumatis, seperti kecelakaan lalu lintas, terjatuh, atau aktivitas fisik berlebihan yang memberikan tekanan atau benturan pada struktur punggung bagian bawah. Selain itu, trauma tersebut tidak hanya menimbulkan rasa nyeri, tetapi juga berpotensi merusak jaringan lunak di sekitar tulang belakang, seperti otot, ligamen, dan tendon. Pada kasus trauma yang lebih berat, seperti kecelakaan dengan benturan keras, dapat terjadi fraktur atau patah tulang pada area lumbal maupun tulang belakang. Meski demikian, dengan penanganan yang tepat, sebagian besar fraktur ringan hingga sedang di daerah tersebut masih memiliki peluang untuk sembuh. Hingga saat ini, penatalaksanaan awal terhadap nyeri punggung bawah akut umumnya difokuskan pada pemberian waktu istirahat yang cukup, pengurangan aktivitas fisik yang dapat memperburuk kondisi, serta pemberian obat analgesik untuk mengurangi rasa nyeri dan peradangan yang timbul (Rahmawati, 2021).

b. Nyeri punggung bawah kronik

Nyeri punggung bawah kronis adalah kondisi nyeri yang berlangsung atau berulang dalam jangka waktu lebih dari 3 bulan, bahkan dapat berlangsung terus-menerus jika tidak ditangani dengan baik. Rasa

nyeri pada fase kronis dapat muncul secara menetap atau hilang-timbul, dan biasanya memerlukan waktu pemulihan yang lebih lama dibandingkan nyeri akut. Kondisi ini tidak hanya memengaruhi kenyamanan, tetapi juga dapat mengganggu aktivitas sehari-hari, produktivitas kerja, hingga kualitas hidup penderitanya. Beberapa faktor penyebab nyeri punggung bawah kronis antara lain adalah penyakit degeneratif seperti osteoarthritis, yaitu peradangan dan kerusakan sendi akibat proses penuaan; rheumatoid arthritis, yaitu peradangan sendi bersifat autoimun; serta proses degenerasi discus intervertebralis yang menyebabkan bantalan antar tulang belakang melemah atau menipis. Selain itu, keberadaan tumor atau massa abnormal di sekitar tulang belakang juga dapat menjadi penyebab nyeri punggung bawah kronis yang memerlukan penanganan medis lebih lanjut. Kondisi ini dapat memburuk seiring waktu jika tidak diberikan terapi yang tepat, seperti fisioterapi, pengobatan, atau intervensi lainnya sesuai penyebab yang mendasarinya (Rahmawati, 2021).

Nyeri punggung bawah juga dapat dibedakan berdasarkan sumber nyerinya, yaitu:

a. Nyeri punggung bawah *Neurogenic*

Nyeri yang menjalar ke salah satu atau kedua tungkai akibat iritasi dan kompresi pada radiks dorsal lumbal. Hal lainnya seperti tumor *thalamus* yang bermanifes nyeri menjalar sampai ke ekstremitas bawah. Nyeri punggung bawah juga terjadi karena adanya iritasi pada *subarachnoid* akibat tumor di lapisan meninges (Suyasa, 2018).

b. Nyeri punggung bawah *Miogenik*

Nyeri punggung bawah miogenik adalah suatu kondisi nyeri yang dirasakan pada area punggung bagian bawah, yang disebabkan oleh gangguan atau kelainan pada struktur otot dan tendon di sekitar tulang belakang, tanpa disertai gangguan pada sistem saraf atau kelainan neurologis lainnya. Kondisi ini umumnya terjadi akibat ketegangan, kelelahan, spasme otot, atau adanya cedera mikro pada jaringan otot dan tendon yang menopang tulang belakang. Nyeri punggung bawah jenis ini sering kali muncul akibat aktivitas statis berkepanjangan seperti duduk lama, posisi tubuh yang salah, atau kurangnya fleksibilitas otot punggung. Berbeda dengan nyeri punggung bawah yang bersifat neurogenik, nyeri miogenik tidak disertai gejala penyaluran nyeri ke tungkai atau gangguan fungsi saraf, sehingga lebih terfokus pada rasa nyeri lokal, kaku, atau tegang di area punggung bawah (Pramita et al., 2014).

3. Nyeri Punggung Bawah Miogenik

Nyeri punggung bawah (*Low Back Pain* atau LBP) merupakan salah satu gangguan muskuloskeletal yang paling sering dialami oleh masyarakat umum, ditandai dengan rasa nyeri, tidak nyaman, atau kaku di area punggung bagian bawah, tepatnya di antara batas tulang rusuk bawah hingga lipatan bokong atas (Erry, 2016). Gangguan ini dapat bersifat akut, subakut, maupun kronis tergantung pada durasi dan keparahan gejala yang dirasakan. Salah satu bentuk LBP yang sering ditemui adalah nyeri punggung bawah miogenik, yaitu nyeri yang disebabkan oleh ketegangan atau gangguan pada struktur jaringan lunak

seperti otot, tendon, dan ligamen di sekitar punggung bawah, tanpa disertai gangguan pada sistem saraf (Nuriyani & Wibowo, 2017).

Nyeri punggung bawah miogenik terjadi akibat overuse atau penggunaan otot yang berlebihan, aktivitas fisik yang tidak tepat, atau posisi tubuh yang salah, seperti mengangkat beban berat dengan teknik yang buruk, terlalu lama duduk atau berdiri dalam posisi yang tidak ergonomis, maupun kebiasaan postur tubuh yang salah secara terus-menerus. Kondisi ini dapat memicu spasme otot, ketegangan jaringan lunak, serta ketidakseimbangan kekuatan otot perut dan punggung bawah, sehingga menyebabkan penurunan stabilitas otot, terbatasnya mobilitas lumbal, serta penurunan kemampuan fungsional seseorang dalam melakukan aktivitas sehari-hari (Pramita et al., 2014). Nyeri punggung bawah dapat bersifat lokal akibat inflamasi jaringan sekitar, atau berupa nyeri radikuler yang menjalar ke bagian tubuh lain seperti bokong, paha, atau tungkai bawah. Terkadang, nyeri punggung bawah juga dapat berupa nyeri alih (*referred pain*), yaitu nyeri yang berasal dari organ atau struktur lain namun dirasakan di area punggung bawah (Hasmar, 2023).

Nyeri punggung bawah miogenik erat kaitannya dengan pola kerja yang tidak ergonomis, terutama pada pekerja kantoran atau karyawan administrasi yang sering duduk dalam waktu lama dengan posisi tubuh yang kurang tepat. Kondisi ini tidak hanya menimbulkan ketidaknyamanan, tetapi juga dapat mengurangi produktivitas kerja, menurunkan rentang gerak (*Luas Gerak Sendi* atau LGS) pada area lumbal, serta menyebabkan penurunan kekuatan otot fleksor dan ekstensor punggung bawah, sehingga meningkatkan risiko gangguan fungsional secara keseluruhan (Sari & Zein, 2019).

4. Patofisiologi Nyeri Punggung Bawah

Nyeri punggung bawah atau *low back pain* merupakan salah satu keluhan muskuloskeletal yang sering dialami oleh masyarakat, baik usia produktif maupun lanjut usia. Kondisi ini umumnya disebabkan oleh *trauma mekanik akut*, yaitu cedera mendadak akibat benturan atau gerakan yang salah. Namun demikian, nyeri punggung bawah juga dapat muncul akibat *akumulasi trauma* yang terjadi secara perlahan dalam jangka waktu yang panjang, yang sering kali ditemukan pada aktivitas kerja tertentu, terutama pekerjaan yang menuntut postur tubuh statis, gerakan berulang, atau pengangkatan beban berat. Faktor-faktor seperti ketegangan otot yang berlebihan, cedera atau *strain* pada otot, serta penggunaan kekuatan otot secara berlebih, dapat memicu terjadinya nyeri punggung bawah. Selain faktor mekanik, kondisi ini juga dapat disebabkan oleh faktor non-mekanik, seperti peradangan kronis pada sendi atau tulang belakang (*spondylitis*), pertumbuhan jaringan abnormal atau tumor (*neoplasma*), dan kerapuhan tulang akibat penurunan kepadatan tulang (*osteoporosis*) (Winata, 2014).

Struktur anatomi tubuh manusia, terutama yang berhubungan dengan sistem penyangga tubuh seperti tulang belakang, ligamen, otot, *diskus intervertebralis*, serta jaringan saraf, memainkan peran yang signifikan dalam timbulnya persepsi nyeri. Bagian-bagian struktur yang berada di sekitar *diskus intervertebralis* dan tergolong sensitif terhadap rangsangan nyeri antara lain *ligamentum longitudinal anterior*, *ligamentum longitudinal posterior*, *corpus vertebralis*, dan *sendi facet*. Area-area tersebut memiliki persarafan sensoris yang berfungsi menghantarkan

sinyal nyeri atau *nociceptive signals*, yang timbul akibat adanya kerusakan jaringan (*tissue damage*). Stimulus lokal yang bersifat mekanik, termal (*thermal*), maupun kimiawi akan memicu tubuh untuk melepaskan mediator-mediator nyeri seperti ion hidrogen (H^+), ion kalium (K^+), *adenosine triphosphate (ATP)*, *prostaglandin*, *bradykinin*, *substance P*, *histamine*, dan *cytokine*. Mediator-mediator ini bekerja sama menimbulkan persepsi nyeri yang dapat dirasakan bervariasi dari ringan hingga berat. Apabila nyeri ini tidak segera ditangani atau tidak mendapatkan penanganan terapi yang tepat, dapat berdampak lebih luas seperti gangguan pola tidur, penurunan konsentrasi, bahkan pada tahap tertentu dapat menyebabkan penurunan fungsi sistem kekebalan tubuh atau *immunosuppression*. Oleh karena itu, keberadaan mekanisme nyeri pada dasarnya memiliki fungsi protektif alami, yakni untuk mencegah gerakan tubuh yang berlebihan sehingga memberikan kesempatan bagi jaringan yang cedera untuk mengalami proses penyembuhan secara optimal (Meliala, 2017).

Keluhan nyeri punggung bawah kerap kali muncul sebagai respons fisiologis tubuh terhadap cedera atau ketegangan otot, di mana tubuh secara otomatis mengeluarkan mediator inflamasi sebagai bagian dari proses peradangan lokal. Faktor-faktor seperti ketegangan otot yang berlebihan, kejang otot (*muscle spasm*), kelemahan atau defisiensi otot, kondisi otot yang menjadi sangat sensitif (*muscle hypersensitivity*), serta aktivitas fisik yang berlebihan, dapat memicu cedera jaringan otot maupun tulang. Cedera tersebut mendorong pengeluaran *cytokine* pro-inflamasi yang berperan dalam meningkatkan persepsi nyeri. Salah satu mekanisme proteksi alami tubuh terhadap kondisi ini adalah dengan

menimbulkan *spasme otot* atau kejang otot lokal. Namun, jika *spasme otot* berlangsung lama atau tidak dikelola dengan baik, dapat menyebabkan terjadinya *ischemia*, yaitu penurunan aliran darah ke jaringan, terutama pada area punggung bawah, sehingga memperparah kondisi nyeri yang dirasakan (Hadyan, 2015).

5. Etiologi Nyeri Punggung Bawah

Beberapa penyebab terjadinya nyeri punggung bawah di antaranya :

a. Ketegangan otot

Ketegangan otot dapat muncul akibat adanya sikap tubuh yang tegang, kaku, atau tidak rileks yang dilakukan secara *konstan* atau berulang-ulang dalam waktu tertentu, khususnya apabila posisi tubuh yang diambil tetap atau monoton pada sudut yang sama. Kondisi ini dapat menyebabkan terjadinya pemendekan atau *shortening* pada kelompok otot-otot tertentu, yang jika berlangsung terus-menerus akan memicu timbulnya rasa nyeri, terutama pada area otot yang mengalami tekanan atau beban berlebih. Selain itu, nyeri juga dapat disebabkan oleh adanya regangan atau *overstretching* yang berlebihan pada area perlekatan otot terhadap tulang, atau dikenal sebagai *tendon attachment*, yang membuat jaringan lunak mengalami iritasi maupun cedera mikro sehingga memicu sensasi nyeri atau ketidaknyamanan yang signifikan pada sistem muskuloskeletal.

b. Kejang otot/spasme

Kejang otot atau yang dikenal dengan istilah *spasme* merupakan kondisi yang disebabkan oleh adanya gerakan tiba-tiba atau mendadak, khususnya pada situasi ketika jaringan otot berada dalam keadaan yang sudah tegang, kaku, atau bahkan tidak mengalami proses pemanasan yang memadai sebelum aktivitas dilakukan. Kondisi ini memicu terjadinya kejang otot yang ditandai dengan gejala khas berupa kontraksi otot yang terjadi secara tidak terkendali dan disertai dengan rasa nyeri yang sangat hebat atau intens. Setiap upaya atau gerakan lanjutan yang dilakukan justru akan memperburuk intensitas nyeri tersebut, sekaligus meningkatkan kekuatan atau frekuensi kontraksi otot yang terjadi. Akibatnya, terbentuk suatu *vicious circle* atau lingkaran yang saling berkaitan antara nyeri, kejang atau *spasme*, dan ketidakmampuan individu untuk melakukan pergerakan secara normal, sehingga kondisi ini dapat sangat mengganggu aktivitas fungsional tubuh.

c. Defisiensi otot

Defisiensi otot merupakan kondisi yang dapat terjadi akibat kurangnya aktivitas fisik atau latihan, yang umumnya disebabkan oleh periode *bed rest* atau tirah baring yang berkepanjangan, maupun akibat *immobilization* atau imobilisasi, yaitu suatu kondisi di mana pergerakan tubuh atau anggota tubuh dibatasi dalam jangka waktu tertentu. Kurangnya stimulasi terhadap otot dalam situasi tersebut akan menyebabkan penurunan massa otot, kekuatan, dan fungsi otot secara keseluruhan, yang berdampak negatif terhadap kemampuan individu dalam melakukan aktivitas sehari-hari.

d. Otot hipersensitif

Otot yang mengalami kondisi hipersensitif, yaitu keadaan di mana otot menjadi sangat peka terhadap rangsangan, dapat membentuk suatu area kecil tertentu pada jaringan otot yang dikenal sebagai *trigger point* atau dalam istilah bahasa Indonesia disebut sebagai noktah picu. *Trigger point* ini merupakan suatu titik spesifik yang apabila mendapatkan rangsangan, seperti penekanan atau tekanan manual, akan memicu munculnya sensasi nyeri yang terasa menjalar atau menyebar ke area tubuh lain yang berkaitan. Menariknya, selain menimbulkan rasa nyeri, penekanan pada titik tersebut terkadang juga dapat menimbulkan sensasi sedikit nyaman atau perasaan lega, terutama karena adanya pelepasan ketegangan otot secara lokal. Oleh karena itu, keberadaan *trigger point* sering kali menjadi fokus dalam penanganan keluhan muskuloskeletal, khususnya pada kasus nyeri otot.

e. Aktivitas fisik

Pola hidup yang tidak aktif atau *sedentary lifestyle* merupakan salah satu faktor risiko utama yang dapat memicu berbagai keluhan kesehatan dan gangguan fungsi tubuh, termasuk terjadinya nyeri punggung bawah miogenik. Kondisi ini terjadi karena kurangnya aktivitas fisik yang optimal akan menyebabkan penurunan suplai oksigen (*oxygen supply*) ke dalam jaringan otot, khususnya otot-otot penunjang tulang belakang bagian bawah. Ketidacukupan oksigen tersebut dapat menghambat proses metabolisme otot dan mempercepat kelelahan otot, yang pada akhirnya memicu munculnya keluhan berupa nyeri, kekakuan, dan

penurunan kekuatan otot di area punggung bawah. Jika pola hidup tidak aktif ini berlangsung dalam jangka waktu yang lama, maka risiko terjadinya gangguan muskuloskeletal, khususnya nyeri punggung bawah, akan semakin meningkat (Andini, 2015).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan secara online dari kuesioner yang dibagikan kepada para karyawan Kantor PLN Wilayah Aceh, jumlah keseluruhan responden pada penelitian ini sebanyak 59 responden. Dimana sebanyak 59 responden memenuhi syarat dalam penelitian ini.

a. Faktor Usia

Faktor-faktor yang berperan meliputi puncak massa tulang pada usia 25-30 tahun, penyusutan massa tulang mulai usia 35 tahun, dan penurunan kapasitas fisik seiring bertambahnya usia. Insiden nyeri punggung bawah tertinggi ditemukan pada usia 35-55 tahun. Peneliti menyimpulkan bahwa usia berhubungan erat dengan kejadian nyeri punggung bawah, dengan risiko lebih tinggi pada usia >35 tahun akibat penurunan kekuatan otot dan fleksibilitas tulang belakang. Temuan ini menekankan pentingnya mempertimbangkan faktor usia dalam penugasan pekerjaan dan implementasi strategi pencegahan nyeri punggung bawah di lingkungan kerja (Mulfianda et al., 2021).

b. Faktor Indeks Massa Tubuh (IMT)

Seseorang dengan overweight berisiko 5 kali lebih tinggi menderita nyeri punggung bawah dibandingkan dengan orang berberat badan ideal. Hal ini disebabkan oleh tekanan berlebih pada tulang belakang, terutama pada vertebrae lumbal, yang dapat menyebabkan kerusakan struktur tulang

belakang. Peneliti menyimpulkan adanya hubungan antara IMT dan kejadian nyeri punggung bawah pada karyawan. Responden dengan IMT overweight cenderung lebih banyak mengalami nyeri punggung bawah dibandingkan dengan responden ber-IMT normal. Temuan ini menekankan pentingnya menjaga berat badan ideal untuk mengurangi risiko nyeri punggung bawah di lingkungan kerja (Mulfianda et al., 2021).

c. Faktor Jenis Kelamin

Faktor-faktor yang berkontribusi terhadap tingginya prevalensi nyeri punggung bawah pada wanita meliputi siklus menstruasi dan proses menopause yang dapat menyebabkan penurunan kepadatan tulang akibat berkurangnya hormon estrogen. Peneliti menyimpulkan adanya hubungan antara jenis kelamin dan kejadian nyeri punggung bawah pada karyawan. Responden perempuan cenderung lebih banyak mengalami nyeri punggung bawah dibandingkan dengan responden laki-laki. Hal ini disebabkan oleh faktor fisiologis, termasuk perbedaan kekuatan otot, siklus menstruasi, dan risiko osteoporosis pasca menopause pada wanita. Temuan ini menekankan pentingnya mempertimbangkan faktor jenis kelamin dalam merancang strategi pencegahan dan penanganan nyeri punggung bawah di lingkungan kerja, terutama untuk karyawan perempuan (Mulfianda et al., 2021).

d. Faktor Masa Kerja

Pekerja yang memiliki masa kerja lebih dari 5 tahun diketahui memiliki risiko yang lebih besar untuk mengalami *low back pain* atau nyeri punggung bawah jika dibandingkan dengan pekerja yang masa

kerjanya masih di bawah 5 tahun. Kondisi ini disebabkan oleh adanya paparan terhadap berbagai faktor risiko ergonomis dalam jangka waktu yang lebih panjang, termasuk posisi duduk yang statis, gerakan berulang, serta penggunaan otot dan tulang belakang yang berlebihan, yang dalam jangka panjang dapat memicu terjadinya penyempitan rongga diskus intervertebralis atau bantalan tulang belakang. Beberapa penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa semakin lama durasi masa kerja seseorang, maka akumulasi beban mekanis pada area punggung bawah akan semakin tinggi, sehingga meningkatkan peluang terjadinya kerusakan struktur tulang belakang secara bertahap.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan adanya hubungan yang signifikan antara masa kerja dan kejadian *low back pain* pada karyawan. Responden dengan masa kerja lebih dari 5 tahun cenderung mengalami nyeri punggung bawah dalam frekuensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan responden yang memiliki masa kerja kurang dari 5 tahun. Hal ini erat kaitannya dengan karakteristik nyeri punggung bawah yang bersifat kronis dan progresif, di mana gejala dan keluhan tersebut membutuhkan waktu bertahun-tahun untuk berkembang dan semakin memburuk, terutama bila individu terus-menerus terpapar faktor risiko seperti posisi duduk dalam waktu lama (*prolonged sitting*) serta aktivitas kerja yang bersifat repetitif (Mulfianda et al., 2021). Temuan ini memperkuat urgensi penerapan strategi pencegahan yang terintegrasi dan intervensi ergonomis sejak awal masa kerja karyawan. Upaya tersebut dapat berupa edukasi ergonomi, pengaturan ulang posisi kerja,

peningkatan kesadaran tentang postur tubuh yang baik, serta pemberian jeda istirahat untuk mengurangi ketegangan otot.

e. Faktor Durasi Kerja

Teori menyatakan bahwa waktu kerja yang dianggap optimal bagi individu pada umumnya berkisar antara 6 hingga 8 jam setiap harinya. Rentang waktu tersebut telah disesuaikan agar seseorang tetap dapat menjalankan aktivitas pekerjaan dengan efisien, tanpa mengabaikan kebutuhan tubuh akan waktu istirahat dan kesempatan untuk bersosialisasi atau berkumpul bersama keluarga. Apabila seseorang bekerja melebihi durasi tersebut, khususnya dengan melakukan *overtime* atau lembur, maka berpotensi terjadi penurunan efisiensi kerja, peningkatan kelelahan fisik maupun mental, serta meningkatkan risiko gangguan kesehatan. Salah satu gangguan kesehatan yang sering dikaitkan dengan durasi kerja yang berlebihan adalah keluhan *low back pain* atau nyeri punggung bawah. Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan adanya hubungan yang signifikan antara lama waktu kerja dengan kejadian nyeri punggung bawah pada para karyawan. Responden yang memiliki jam kerja lebih dari 8 jam per hari menunjukkan kecenderungan lebih tinggi untuk mengalami keluhan nyeri punggung bawah dibandingkan dengan mereka yang bekerja kurang dari 8 jam per hari. Kondisi tersebut erat kaitannya dengan menurunnya daya tahan tubuh, akumulasi kelelahan, serta penurunan tingkat efisiensi kerja akibat beban kerja yang melebihi batas normal. Temuan ini semakin menegaskan pentingnya penerapan manajemen waktu kerja yang baik, termasuk pengaturan dan pembatasan jam kerja, sebagai upaya preventif

untuk mengurangi risiko terjadinya nyeri punggung bawah sekaligus meningkatkan produktivitas serta kesejahteraan para karyawan secara keseluruhan (Mulfianda et al., 2021).

f. Faktor Posisi Kerja

Teori menjelaskan bahwa bekerja dalam posisi tubuh yang janggal atau tidak alami dapat meningkatkan kebutuhan energi tubuh secara signifikan dan menyebabkan proses *transfer* tenaga dari otot ke jaringan rangka menjadi tidak optimal atau bahkan tidak efisien, sehingga kondisi ini sangat rentan menimbulkan kelelahan otot dan meningkatkan risiko terjadinya cedera muskuloskeletal. Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara posisi kerja dengan kejadian nyeri punggung bawah pada karyawan. Responden yang bekerja dengan posisi tidak sesuai prinsip *ergonomics* atau tidak ergonomis cenderung memiliki tingkat keluhan nyeri punggung bawah yang lebih tinggi dibandingkan dengan responden yang bekerja dengan posisi tubuh yang ergonomis. Kondisi ini berkaitan erat dengan kebiasaan postur tubuh yang tidak sesuai selama bekerja, seperti posisi tubuh yang terlalu sering dimiringkan, berlutut dalam waktu lama, jongkok, atau memegang suatu benda dalam posisi statis tanpa pergerakan, yang dapat meningkatkan beban berlebih pada struktur tulang belakang, khususnya di area punggung bagian bawah. Temuan ini semakin menegaskan pentingnya implementasi prinsip *ergonomics secara konsisten di lingkungan kerja, guna meminimalkan risiko timbulnya nyeri punggung bawah serta mendorong peningkatan kesehatan kerja dan produktivitas*

karyawan (Mulfianda et al., 2021). Selain itu, posisi duduk yang tidak tepat atau tidak didesain sesuai standar ergonomis saat bekerja dapat memberikan tekanan berlebih pada area punggung bawah, sehingga berpotensi besar menimbulkan keluhan nyeri punggung bawah. Kondisi ini sejalan dengan kebiasaan duduk dalam durasi yang lama yang dapat menyebabkan beban berlebih pada struktur *vertebra lumbal*, yaitu segmen tulang belakang bagian bawah. (Ferusgel et al., 2019). Risiko terjadinya nyeri punggung bawah tersebut umumnya muncul akibat aktivitas yang dilakukan secara monoton atau dalam posisi duduk yang salah dalam durasi yang cukup lama, terutama apabila tubuh berada dalam kondisi statis atau tanpa perubahan posisi secara berkala (Tansil et al., 2019).

6. Alat Ukur

Ada beberapa alat ukur yang dapat digunakan untuk mengukur nyeri punggung bawah (NPB) dan dampaknya:

a. *Years Lived with Disability (YLD)*

YLD adalah metrik yang digunakan untuk mengukur beban penyakit dalam hal kualitas hidup yang hilang akibat disabilitas. Dalam studi *Global Burden of Disease (GBD)*, *YLD* digunakan untuk mengkuantifikasi dampak nyeri punggung bawah pada populasi global. *YLD* dihitung dengan mengalikan jumlah kasus penyakit dengan durasi rata-rata penyakit dan faktor pembobotan keparahan. *YLD* membantu membandingkan dampak berbagai kondisi kesehatan lintas populasi dan waktu (Kusumaningsih et al., 2022).

b. *Disability Adjusted Life Year (DALYs)*

DALYs adalah ukuran keseluruhan beban penyakit, yang mencakup baik kematian dini maupun tahun-tahun yang dihabiskan dalam keadaan kurang sehat. *DALYs* adalah jumlah dari *Years of Life Lost (YLL)* dan *Years Lived with Disability (YLD)*. Meskipun nyeri punggung bawah jarang menyebabkan kematian dini, dampaknya pada kualitas hidup signifikan, yang tercermin dalam skor *DALY* yang tinggi. Satu *DALY* dapat diartikan sebagai satu tahun kehidupan sehat yang hilang (Kusumaningsih et al., 2022).

c. *Oswestry Disability Index (ODI)*

Kuesioner yang terdiri dari 10 bagian, masing-masing dengan 6 pernyataan yang menggambarkan tingkat disabilitas yang berbeda. Topik yang diukur mencakup intensitas nyeri, perawatan diri, mengangkat beban, berjalan, duduk, berdiri, tidur, kehidupan seksual, kehidupan sosial, dan bepergian. Setiap bagian dinilai dari 0-5, dengan skor total dikalikan 2 untuk mendapatkan persentase disabilitas. Skor 0-20% (disabilitas minimal), 21-40% (disabilitas sedang), 41-60% (disabilitas berat), 61-80% (lumpuh), dan 81-100% (terikat tempat tidur atau lebih-lebihkan gejala) (Kusumaningsih et al., 2022).

d. Pengukuran Intensitas Nyeri

Untuk mengukur tingkat intensitas nyeri sekaligus dampaknya terhadap aktivitas fungsional sehari-hari, khususnya terkait keluhan nyeri punggung bawah akibat durasi duduk lama, salah satu instrumen yang digunakan adalah *Oswestry Disability Index (ODI)*. *ODI* merupakan

kuesioner yang dikembangkan secara khusus untuk menilai tingkat disabilitas atau keterbatasan akibat nyeri punggung bawah.

ODI terdiri dari 10 item pertanyaan yang mencakup berbagai aspek aktivitas fungsional sehari-hari, seperti kemampuan berjalan, berdiri, duduk, tidur, hingga aktivitas kehidupan sosial yang mungkin terganggu akibat nyeri punggung bawah. Setiap item memiliki 6 pilihan jawaban dengan skor 0 hingga 5, yang merepresentasikan tingkat gangguan mulai dari tidak ada gangguan hingga gangguan yang sangat berat. Penggunaan ODI dalam penelitian ini sangat bermanfaat untuk mengevaluasi sejauh mana keluhan nyeri punggung bawah akibat durasi duduk lama memengaruhi kemampuan fungsional karyawan administrasi RSUD Sumberglagah, baik dalam aktivitas sehari-hari maupun produktivitas kerja. Selain itu, ODI juga memungkinkan peneliti untuk memantau perubahan tingkat disabilitas sebelum dan sesudah intervensi atau dalam periode waktu tertentu (Meliala, 2017).

e. Durasi Duduk

Metode pengukurannya bisa menggunakan kuesioner *self-report*, diari aktivitas, atau alat pemantauan objektif seperti *accelerometer*. Durasi duduk yang berkepanjangan dikaitkan dengan peningkatan risiko nyeri punggung bawah. Durasi duduk sering dikategorikan sesuai dengan panduan *Work Sitting Questionnaire* untuk analisis statistik. Durasi duduk sering dihubungkan dengan jenis pekerjaan, gaya hidup, dan faktor ergonomis (Kusumaningsih et al., 2022).

Dalam konteks penelitian yang direncanakan, kombinasi alat ukur ini dapat memberikan gambaran komprehensif tentang prevalensi, intensitas, dan dampak nyeri punggung bawah. Penggunaan alat ukur yang tervalidasi dan terstandarisasi seperti *ODI*, dikombinasikan dengan pengukuran faktor risiko seperti durasi duduk, akan memungkinkan analisis yang lebih mendalam tentang hubungan antara variabel-variabel yang disebutkan (usia, jenis kelamin, posisi kerja, durasi duduk) dengan tingkat disabilitas akibat nyeri punggung bawah.

7. Metode Penanganan Fisioterapi untuk Nyeri Punggung Bawah

Beberapa modalitas terapi yang dapat diberikan untuk menangani kasus nyeri punggung bawah meliputi penggunaan *cold-hot compression* atau kompres dingin dan panas yang berfungsi untuk mengurangi nyeri serta inflamasi, kemudian *diathermy* yang memanfaatkan energi panas dalam untuk meningkatkan sirkulasi darah dan mempercepat proses penyembuhan jaringan, serta *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS)*, yaitu stimulasi listrik permukaan kulit yang bertujuan menghambat sinyal nyeri menuju otak. Selain itu, terdapat beberapa metode latihan fisioterapi yang dapat direkomendasikan, antara lain *core stability* atau latihan penguatan otot inti tubuh yang berfokus pada stabilisasi area punggung bawah, *static stretching exercise* atau latihan peregangan statis untuk meningkatkan fleksibilitas dan mengurangi ketegangan otot, serta *William flexion exercise*, yaitu serangkaian latihan fleksi yang bertujuan mengurangi tekanan pada tulang belakang bagian bawah. Latihan *core stability* telah terbukti efektif dalam mengurangi intensitas nyeri punggung bawah, memperbaiki postur tubuh, serta meningkatkan

kemampuan fungsional dalam menjalankan aktivitas sehari-hari atau *Activities of Daily Living (ADL)* (Hasmar, 2023).

