

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Definisi Tulang Belakang

Tulang belakang, atau kolom tulang belakang, adalah struktur tulang yang menampung sumsum tulang belakang dan memanjang ke belakang, menghubungkan kepala ke panggul. Sumsum tulang belakang adalah perpanjangan dari sistem saraf pusat (SSP), yang terdiri dari otak dan sumsum tulang belakang. Sumsum tulang belakang dimulai di bagian bawah batang otak (di daerah yang disebut medula oblongata) dan berakhir di punggung bawah, karena meruncing membentuk kerucut yang disebut conus medullaris (Frost, Camarero-Espinosa and Johan Foster, 2019).

Tulang belakang mendukung struktur fisik tubuh dan sistem saraf, memungkinkan gerakan dan sensasi. Patologi tulang belakang dapat menyebabkan hasil yang melemahkan kualitas hidup. Bersamaan dengan tengkorak, tulang rusuk, dan tulang dada, tulang belakang membentuk sistem rangka aksial (Karisma DeSai; Vamsi Reddy; Amit Agarwal, 2022)

B. Fungsi Tulang Belakang

Fungsi tulang belakang yang paling penting adalah melindungi sumsum tulang belakang, yang merupakan suplai saraf untuk seluruh tubuh yang berasal dari otak. Selain fungsi tersebut, tulang belakang memiliki fungsi lain seperti mendukung massa tubuh, menahan kekuatan eksternal, dan

memungkinkan mobilitas dan fleksibilitas sambil membuang energi dan melindungi dari benturan. Tulang belakang terhubung ke otot dan ligamen batang tubuh untuk kontrol postural dan stabilitas tulang belakang (Frost, Camarero-Espinosa and Johan Foster, 2019).

Struktur tulang belakang bersendi yang unik memungkinkan rotasi dan pembengkokan. Di daerah toraks, tulang belakang menyediakan tempat perlekatan untuk tulang rusuk. Tulang belakang berfungsi sebagai tempat perlekatan untuk banyak otot. Diskus intervertebralis adalah struktur tulang rawan antara vertebra yang berdekatan yang terdiri dari annulus fibrosus dan nukleus pulposus yang berfungsi untuk memberikan bantalan antara vertebra (Karisma DeSai; Vamsi Reddy; Amit Agarwal, 2022).

C. Struktur Tulang Belakang

Tulang belakang dapat dipisahkan menjadi lima bagian yang berbeda, tulang belakang leher atau cervical vertebrae, tulang belakang toraks (thoracic vertebrae), tulang belakang lumbar (lumbar vertebrae), sacrum (sacrum), dan tulang ekor (coccyx), yang semuanya terdiri dari vertebra bertulang independen dan cakram intervertebralis. Bagian servikal tulang belakang terdiri dari tujuh vertebra (C1–C7) dan enam diskus intervertebralis, dan memanjang dari dasar tengkorak ke bagian atas batang tubuh, tempat dimulainya vertebra toraks dan tulang rusuk. Fungsi utama tulang belakang

servikal termasuk mendukung dan menahan beban ke kepala/leher sambil memungkinkan rotasi, dan melindungi sumsum tulang belakang yang memanjang dari otak. Dari tujuh vertebra ini, atlas (C1) dan sumbu (C2) adalah yang paling penting untuk rotasi dan pergerakan kepala (Kaiser, Reddy and Lugo-Pico, 2022).

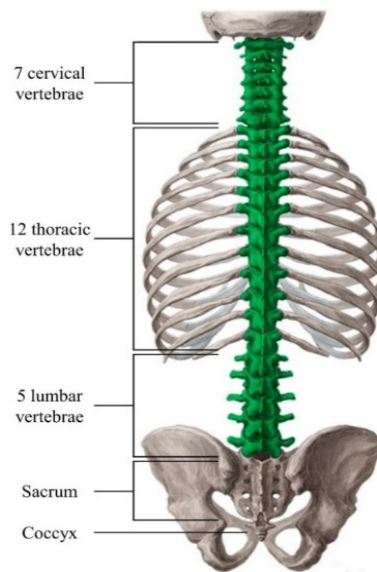
Bagian dada tulang belakang terdiri dari dua belas vertebra (T1-T12) dan dua belas cakram intervertebralis, dan memanjang dari bagian bawah tulang belakang leher ke awal tulang belakang lumbar. Fungsi utama tulang belakang toraks termasuk bantalan beban berat dan perlindungan sumsum tulang belakang, mendukung postur dan stabilitas di seluruh tubuh, dan sambungan tulang rusuk yang menampung dan melindungi organ vital, seperti jantung dan paru-paru. Sambungan ini menimbulkan penurunan mobilitas yang signifikan, dibandingkan dengan bagian tulang belakang leher, dan stabilitas dan dukungan yang lebih besar dari seluruh tubuh. Vertebra yang membentuk tulang belakang toraks memiliki ukuran tubuh (tebal, lebar, dan dalam) yang meningkat drastis menurun dari T1 ke T12, sesuai dengan peningkatan bantalan beban yang ditransfer dari vertebra di atasnya. Semua fitur lainnya tetap relatif sama, kecuali tulang belakang T11 dan T12, di mana tidak ada tulang rusuk yang terhubung (Frost, Camarero-Espinosa and Johan Foster, 2019).

Bagian lumbal tulang belakang terdiri dari lima vertebra (L1-L5) dan lima cakram intervertebralis, dan memanjang dari bagian bawah tulang belakang toraks ke awal sakrum, yang melekatkan tulang belakang ke panggul. Fungsi utama tulang belakang lumbar termasuk bantalan beban berat dan perlindungan sumsum tulang belakang selama pergerakan dan pembungkukan/torsi batang tubuh, memberikan stabilitas maksimum sambil mempertahankan mobilitas penting batang tubuh di sekitar pinggul/panggul. Tulang belakang lumbal, dari membungkuk ke berdiri tegak, dapat melewati rentang lebih dari 50° untuk rata-rata orang ($\pm 28,0^\circ$ dari tikungan 0°). Selain gerakan membungkuk, rotasi menjadi faktor besar, dengan setiap segmen lumbal normal memiliki kemampuan untuk menjalani rotasi hingga $7^\circ-7,5^\circ$. Saat beban ditambahkan ke kondisi ini, seperti membungkuk untuk mengambil ransel atau beban dari lantai, sejumlah besar tekanan dan ketegangan diinduksi ke tulang belakang lumbar. Karena itu, vertebra dan cakram intervertebralis di tulang belakang lumbar memiliki ketebalan, lebar, dan kedalaman terbesar (Frost, Camarero-Espinosa and Johan Foster, 2019).

Sakrum terdiri dari lima vertebra yang menyatu (S1-S5) yang terhubung ke panggul di sendi sakro-iliaka, dan bertindak sebagai satu-satunya penghubung kerangka antara batang tubuh dan tubuh bagian bawah. Pada masa remaja, sakrum tetap tidak menyatu, saat seseorang tumbuh menjadi dewasa, sakrum mulai menyatu. Penyatuan sakrum cenderung

dimulai dengan penyatuan unsur-unsur lateral sekitar pubertas, dan badan vertebra menyatu pada usia sekitar 17 atau 18 tahun, menjadi sepenuhnya menyatu pada usia 23 tahun. Sakrum memiliki beberapa peran aktif dalam tubuh, tetapi salah satu peran tersebut sangat vital, menjadi jembatan antara pinggul dengan bagian tulang belakang lainnya. Saraf siatik adalah saraf yang paling penting dan sering cedera ini berjalan melalui ruang L5/S1. Ketika saraf ini rusak atau terganggu, hal itu menyebabkan rasa sakit dan mati rasa di kaki yang menghambat sebagian besar gaya hidup seseorang (Frost, Camarero-Espinosa and Johan Foster, 2019).

Tulang ekor terdiri dari tiga sampai lima vertebra menyatu tergantung pada individu (empat paling umum) yang terhubung ke bagian bawah sakrum, dan biasanya disebut sebagai tulang ekor. Fungsi utama tulang ekor termasuk bertindak sebagai tempat perlekatan untuk tendon, ligamen, dan otot panggul, terutama yang membentuk dasar panggul, dan menopang dan menstabilkan tubuh saat dalam posisi duduk. Tulang ekor tidak memiliki cakram intervertebralis dan juga tidak ada saraf yang melewatinya, oleh karena itu tidak signifikan dalam kaitannya dengan degenerasi cakram dan kerusakan cakram (Frost, Camarero-Espinosa and Johan Foster, 2019).



Sumber: (Frost, Camarero-Espinosa and Johan Foster, 2019)

Gambar II.1. Tulang Belakang dengan Masing-Masing Bagian Spesifik

D. Deformitas Tulang Belakang (Skoliosis)

Skoliosis berasal dari kata Yunani “scoliosis” yang berarti bengkok. Skoliosis adalah kelainan bentuk tiga dimensi yang kompleks dari tulang belakang yang ditandai dengan deviasi lateral minimal 10 derajat dengan rotasi vertebra (ATR) dan biasanya terkait dengan pengurangan kelengkungan kyphotic normal tulang belakang (Hypokyphosis) (Choudhry, Ahmad and Verma, 2016). Dua kelompok utama skoliosis terdiri dari skoliosis idiopatik dan skoliosis non-idiopatik. Diagnosis skoliosis idiopatik dapat ditegakan jika skoliosis non-idiopatik telah disingkirkan.

Etiologi utama skoliosis, khususnya AIS (*Adolescent Idiopathic Scoliosis*), masih belum diketahui. Beberapa faktor yang terlibat dalam patogenesis AIS diantaranya faktor genetik, biologi molekular, biomekanik, dan neurologi. Idiopatik skoliosis lebih sering ditemui pada wanita daripada pria. Diketahui lokus pada kromosom X dapat dikaitkan dengan skoliosis idiopatik familial. Daerah pada kromosom 6, 9, 16, dan 17 dianggap memiliki bukti terkuat untuk keterkaitan di semua subset keluarga yang dipelajari (Dayer *et al.*, 2013). Selain itu, diyakini bahwa mutasi Vang-like protein 1 (VANGL1) juga dapat mempengaruhi individu terhadap AIS di kemudian hari (Kikanloo, Tarpada and Cho, 2019). Dalam faktor biologi molekular, didapatkan bahwa defisiensi melatonin, peningkatan kadar kalmodulin, dan misregulasi pensinyalan asam retinoat turut berperan dalam terjadinya skoliosis. Dalam faktor biomekanik, pertumbuhan berlebih tulang belakang anterior dikombinasikan dengan gravitasi dan kurva yang sudah ada sebelumnya di tulang belakang diidentifikasi sebagai faktor yang mungkin mendorong perkembangan skoliosis torako-lumbal. Dalam faktor neurologi, perbedaan volume otak regional dapat berkontribusi pada kelainan neurologis yang ditemui di antara pasien AIS (Dayer *et al.*, 2013).

Pasien AIS biasanya datang dengan kelainan bentuk punggung, tingkat bahu yang tidak sama, garis pinggang asimetri dan penonjolan tulang rusuk. Tes *Adam forward bend* (Lihat Gambar 2) dapat mengungkapkan deformitas

rotasi tulang rusuk (punuk tulang rusuk) pada sisi cembung kurva (Addai, Zarkos and Bowey, 2020). Evaluasi skoliosis dapat dilakukan dengan *rontgen*, tampak posteror anterior (PA) dan tampak lateral dengan mengukur sudut Cobb. Tes MRI dilakukan untuk pasien dengan presentasi AIS atipikal yang didasari etiologi lain (Addai, Zarkos and Bowey, 2020).

Terapi untuk pasien AIS tidak hanya untuk memperbaiki kelainan bentuk tetapi juga untuk memperlambat atau menghentikan perkembangan kurva. Indikasi relatif untuk pembedahan pada pasien dengan AIS adalah kurva $> 45^{\circ}$ – 50° atau kurva yang berkembang pesat. Tujuan pembedahan adalah untuk memperbaiki kelainan bentuk dan menstabilkan kurva tulang belakang, biasanya dengan instrumentasi, sambil memperhitungkan keseimbangan tulang belakang secara keseluruhan (Jada *et al.*, 2017). *Scoliosis Research Society* (SRS) merekomendasikan bahwa pasien AIS yang belum mencapai kematangan tulang dan memiliki kurva kurang dari 25° , atau pasien yang telah mencapai kematangan tulang dan memiliki kurva kurang dari 45° , diamati melalui alat radiologi setiap 6 bulan sampai tulang dewasa kemudian setiap 2 tahun setelah itu di masa dewasa (Addai, Zarkos and Bowey, 2020). Perawatan non-bedah utama untuk AIS adalah penyangga, yang tujuannya adalah untuk meniadakan kebutuhan pembedahan dengan membatasi perkembangan kurva (Jada *et al.*, 2017). Manajemen konservatif yang dapat dilakukan pada pasien dewasa adalah latihan dan fisioterapi yang

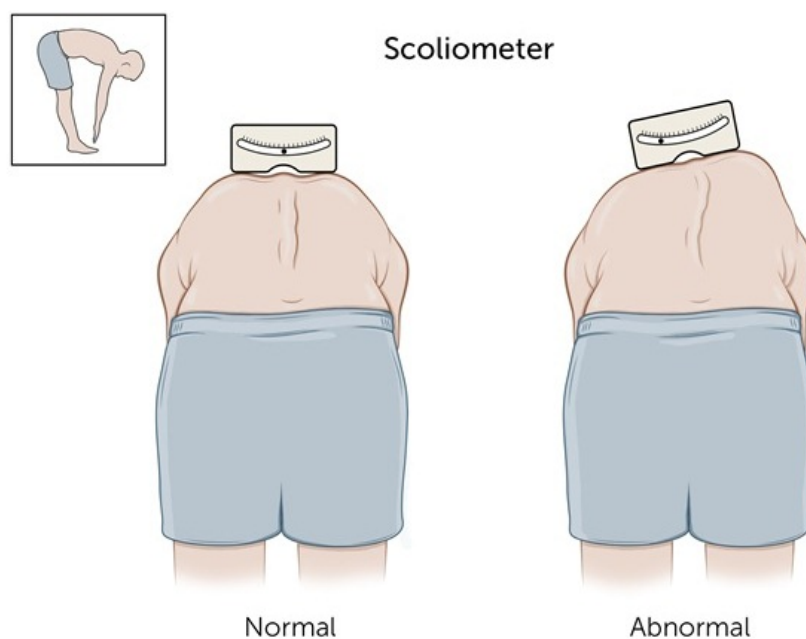
ditujukan untuk memperkuat otot inti perut dan punggung serta meningkatkan fleksibilitas. Jika pendekatan ini gagal, injeksi steroid atau anestesi lokal pada otot, sendi, atau saluran tulang belakang dapat dipertimbangkan (Bettany-Saltikov *et al.*, 2018).

E. Angle of trunk rotation

ATR adalah sudut rotasi batang tubuh yang dapat dinilai menggunakan skoliometer. Skoliometer digunakan untuk mengukur asimetri tubuh lateral dalam derajat rotasi aksial atau ATR (*angle of trunk rotation*), dilakukan dengan menekuk (Nabila E, 2020). Metode yang digunakan untuk menyelidiki bentuk batang tubuh bagian belakang adalah skoliometer, yaitu alat yang mirip dengan spirit level, yang mengukur sudut rotasi tubuh saat pasien dalam posisi Adams membungkuk ke depan. Skoliometer pertama kali dijelaskan oleh Bunnell setelah meninjau 1.065 anak, mengidentifikasi 5° sebagai sudut rotasi batang tubuh (ATR) yang menunjukkan kemungkinan skoliosis yang mendasarinya, dengan kelengkungan 20° atau lebih (Lotfi *et al.*, 2020).

Karakteristik pemeriksaan ATR dengan skoliometer memiliki sensitivitas 83,3% dan spesifisitas 86,8% (Syahridho, 2019). Kriteria skrining hasil pengukuran ATR dengan skoliometer menurut Bunnell sebagai berikut (Parera, Sengkey and Gessal, 2016):

1. Dalam batas normal : 0° - 3°
2. Intermediate : 4° - 6°
3. Relevan dengan tingkat probabilitas tinggi skoliosis : $\geq 7^{\circ}$



Sumber: (Kaiser, Reddy and Lugo-Pico, 2022)
Gambar II.2. Tes *Adam Forward Bend* dengan Skoliometer

Pasien obesitas memiliki kurva toraks yang lebih besar dibandingkan pasien dengan berat badan normal. Perbedaan ketebalan dinding dada pada pasien dengan nilai BMI yang berbeda dapat mengubah pengukuran skoliometer untuk deformitas rotasi tertentu. Data dari salah satu penelitian menyarankan kriteria rujukan baru untuk tes skoliometer berdasarkan nilai

BMI. Secara khusus, kriteria rujukan 7 derajat konvensional digunakan untuk pasien dengan berat badan normal, tetapi 8 derajat digunakan untuk pasien kurus, 6 derajat untuk pasien kelebihan berat badan, dan 5 derajat untuk pasien obesitas. Kriteria ini dapat mengurangi rujukan yang tidak perlu untuk pasien kurus sekaligus memungkinkan identifikasi dan pengobatan skoliosis lebih awal pada remaja kelebihan berat badan dan obesitas (Margalit et al., 2017).

F. Dampak Kebiasaan Membawa Tas yang Salah

Saat ini, tas menjadi benda yang wajib dibawa bagi pelajar dan mahasiswa. Meskipun banyak diminati, penggunaan tas yang salah bisa berdampak buruk bagi postur tubuh. Kebiasaan menggunakan tas yang salah dapat memunculkan perubahan postur tubuh yang *irreversible*. Penggunaan tas punggung yang terlalu berat merubah gravitasi tubuh yang berakibat ke menjadi ketegangan di bagian punggung. Ketegangan punggung ini menimbulkan pegal, nyeri, dan ketidaknyamanan (Febriani, 2021).

Membawa tas bahu selama masa sekolah menengah sampai perguruan tinggi telah terbukti menyebabkan sakit punggung. Membawa tas di satu sisi bahu dan berat tas memiliki korelasi yang signifikan dengan nyeri bahu. Dominasi otot trapezius atas dapat mempengaruhi tulang belakang leher. Selama gerakan lengan tunggal, dominasi otot trapezius atas harus menyebabkan gerakan kompensasi rotasi segmen tulang belakang leher dan

menghasilkan nyeri leher (Mandrekar *et al.*, 2022). American Physical Therapy Association (APTA) menyarankan bahwa "ransel memiliki berat tidak lebih dari 15% dari total berat badan pembawa". Beberapa penelitian juga setuju bahwa kisaran berat yang dapat diterima untuk membawa tas adalah antara 10% sampai 15% dari berat badan individu. Membawa tas bahu dengan berat lebih dari 15% sampai 20% dari berat badan dikaitkan dengan sakit punggung, dan penggunaan yang tidak tepat dapat menyebabkan perubahan postur dan gaya berjalan. Peneliti dari University of California, San Diego menyatakan bahwa keterbatasan beban tas bahu dapat mengurangi jumlah rawat inap gawat darurat nasional per tahun (sekitar 7.500) terkait cedera tas bahu (Qureshi and Shamus, 2012). Dari hasil penelitian Kistner *et al.*, (2013) mendukung bahwa berat tas maksimal adalah 10% dari berat badan.

Selain beban tas, waktu yang dihabiskan untuk membawa beban tersebut meningkatkan risiko cedera dan nyeri. Dari penelitian yang dilakukan Ali El-Nagar (2017), siswa yang membawa tas sekolah selama 20 -30 menit atau lebih per hari lebih mungkin menderita sakit punggung sekitar tiga kali lipat dibandingkan siswa yang membawa tas sekolah selama <10 menit. Membawa tas sekolah di satu bahu atau dengan satu tangan meningkatkan risiko menderita sakit punggung sebesar 3,6 kali dibandingkan siswa yang

membawa tas sekolah di kedua bahu. Jika hal ini dibiarkan terus menerus, dapat menyebabkan masalah kelainan punggung di kemudian hari.