

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Forward Head Posture (FHP) atau postur kepala maju merupakan salah satu kelainan postur kepala yang umum dijumpai pada populasi modern, terutama di kalangan remaja. Kondisi ini ditandai dengan proyeksi kepala ke arah anterior relatif terhadap garis vertikal tubuh, yang dapat diidentifikasi melalui pengukuran sudut *craniovertebral angle* (CVA) $<50^\circ$ (Aafreen et al., 2023). Data epidemiologi terkini dari berbagai belahan dunia menunjukkan prevalensi FHP pada remaja berkisar antara 47.9 hingga 84% di wilayah Asia dan Eropa, menggambarkan meningkatnya kejadian kondisi ini secara global (Sumbongi, 2024). Di Indonesia secara khusus, meskipun data epidemiologi nasional yang komprehensif masih terbatas, penelitian lokal pada siswa SMA didapatkan bahwa sebesar 96.2% dari total populasi terindikasi FHP dengan frekuensi kejadian perempuan lebih besar (59.5%) dibandingkan dengan laki-laki (35.5%) (Syahrani & Mustari, 2025).

Penggunaan *smartphone* telah menjadi bagian integral dari kehidupan sehari-hari siswa SMA, menciptakan pola interaksi yang mengubah mekanika postural kepala dan leher. Perubahan pola belajar yang semakin sedentari, penggunaan *smartphone* berkepanjangan, dan meningkatnya tuntutan akademik berkontribusi terhadap berkurangnya aktivitas fisik dan paparan postur statik tidak ergonomis, sehingga menempatkan siswa sebagai kelompok yang rentan mengalami gangguan postur *cervical* (Tao et al., 2025). Penelitian kuantitatif pada 200 remaja usia 13–18 tahun menunjukkan bahwa 86% dari populasi tersebut menghabiskan waktu lebih dari tiga jam setiap harinya di depan layar elektronik dalam postur yang tidak ergonomis, dengan kepala berada pada fleksi anterior yang signifikan (Hasnain et al., 2025).

Beberapa studi melaporkan durasi penggunaan *smartphone* pada populasi remaja melebihi batas wajar. Pedoman WHO dalam "*Global guidelines on physical activity and sedentary behaviour*" merekomendasikan batasan durasi paparan layar maksimal 2 jam per hari serta diselingi aktivitas fisik minimal 60 menit per hari (WHO, 2020). Berbeda dengan rekomendasi tersebut, data temuan dalam studi kohort di Shanghai, China yang melibatkan 1.771 siswa usia 10–19 tahun melaporkan bahwa rata-rata durasi penggunaan *smartphone* pada siswa SMA mencapai total $3,52 \pm 2,7$ jam per hari, dan durasi tersebut menunjukkan peningkatan yang berhubungan dengan stres akademik lebih tinggi (S. Liu et al., 2022). Studi lain dari Korea *Youth Risk Behavior Survey 2020–2023* pada 52.880 remaja melaporkan rata-rata durasi penggunaan *smartphone* 4,7 jam per hari di hari kerja dan 6,6 jam di akhir pekan, dengan siswa SMA memiliki durasi lebih panjang (5,0 jam/hari kerja dan 6,7 jam/akhir pekan) dibanding siswa SMP (G. W. Lee et al., 2024). Data ini juga didukung oleh penelitian lokal Indonesia menunjukkan mayoritas siswa berada pada durasi penggunaan *smartphone* yang tinggi, yaitu 63,7% mencapai $\geq 8,3$ jam per hari, sedangkan 36,3% berada pada kategori $< 8,3$ jam (Syahrani & Mustari, 2025). Kondisi

ini menegaskan pentingnya kajian ilmiah yang lebih mendalam mengenai konsekuensi FHP pada sistem muskuloskeletal dan sensorimotor, terutama pada usia sekolah menengah yang secara perkembangan sedang berada pada fase pertumbuhan yang cepat (Sumbongi, 2024).

Mekanisme biomekanik yang mendasari FHP melibatkan perubahan kompleks pada struktur dan fungsi otot-otot leher. Ketika kepala berada dalam posisi anterior relatif terhadap garis vertikal tubuh, beban gravitasi yang secara normal didistribusikan seimbang pada struktur pendukung leher menjadi terkonsentrasi pada jaringan-jaringan posterior, mengakibatkan aktivasi berlebihan dari otot-otot superfisial seperti *musculus sternocleidomastoid* dan *musculus upper trapezius* sementara otot-otot dalam yang berperan pada stabilitas segmental (*deep cervical flexors* dan *erector spinae* bagian *cervical*) mengalami inhibisi dan atrofi (Hasnain et al., 2025). Perubahan ini secara signifikan mengganggu sistem proprioseptif *cervical*, yang merupakan mekanisme sensorik yang memungkinkan individu untuk menyadari posisi dan gerakan kepala dalam ruang tanpa bergantung pada input visual. Sistem proprioseptif *cervical* bergantung pada densitas tinggi *muscle spindles* yang terkonsentrasi dalam *deep cervical muscles*, khususnya pada *musculus suboccipitalis* dan *deep cervical flexors*, yang mentransmisikan sinyal aferen ke sistem saraf pusat mengenai posisi dan kecepatan gerakan kepala (Peng et al., 2021). Gangguan pada sistem muskular ini, sebagai akibat dari FHP yang berkepanjangan, mengubah pola aktivasi *muscle spindles*, sehingga input sinyal proprioseptif yang dikirim menjadi tidak akurat dan pada akhirnya berakibat pada peningkatan *Cervical Joint Position Error*.

Kualitas kontrol motorik kepala dan leher sangat bergantung pada fungsi propriosepsi yang diukur secara objektif menggunakan metode CJPE. *Cervical Joint Position Error* (CJPE) secara operasional didefinisikan sebagai perbedaan sudut antara posisi netral kepala yang ditetapkan awal dan posisi yang dicapai individu ketika mencoba untuk mengembalikan kepala ke posisi netral setelah melakukan gerakan aktif *cervical* ke arah tertentu (fleksi, ekstensi, atau rotasi), dilakukan dengan mata tertutup sehingga mengeliminasi kontribusi visual input pada akurasi reposisi (Ramezani et al., 2025). Integritas sistem propriosepsi *cervical* berperan sentral dalam menjaga kontrol gerak kepala dan leher, orientasi spasial, dan stabilitas postural melalui mekanoreseptor pada otot, sendi, dan *ligamentum cervical* yang memediasi sensasi posisi sendi atau *cervical joint position sense* (Norasteh et al., 2025).

Hubungan antara FHP dan peningkatan JPE telah didemonstrasikan melalui berbagai penelitian empiris yang melibatkan pengukuran dari kedua variabel tersebut. Studi komparatif pada populasi dengan dan tanpa FHP menunjukkan bahwa kelompok dengan CVA abnormal ($<50^\circ$) menunjukkan nilai JPE yang secara statistik lebih besar dalam gerakan *cervical* ke berbagai arah dibandingkan kelompok kontrol dengan CVA normal ($\geq 50^\circ$) (Tao et al., 2025). Implikasi klinis dari peningkatan JPE pada individu dengan FHP mencakup peningkatan risiko terhadap berbagai gangguan muskuloskeletal dan fungsional, termasuk nyeri leher kronis, gangguan keseimbangan statis dan dinamis, penurunan stabilitas sendi leher yang dapat predisposisi terhadap injuri, serta penurunan kontrol postural yang pada

akhirnya berdampak pada fungsi motorik umum dan aktivitas kehidupan sehari-hari (Zaidi et al., 2025). Sebagian besar penelitian mengenai propriosepsi *cervical* telah dilakukan pada populasi dewasa muda atau populasi dengan kondisi patologis seperti nyeri leher kronik atau *cervical spondylosis*, sementara data normatif mengenai JPE pada remaja asimtomatik masih belum tersedia untuk konteks Indonesia. Pemahaman yang lebih mendalam mengenai hubungan FHP dengan JPE pada populasi remaja Indonesia akan menyediakan pondasi yang kuat untuk pengembangan protokol preventif intervensi awal di lingkungan sekolah, serta akan memberikan dorongan untuk penelitian-penelitian selanjutnya yang menginvestigasi mekanisme hubungan yang serupa ataupun faktor-faktor yang dapat memperburuk atau mencegah hubungan tersebut pada populasi yang spesifik.

Gangguan pada propriosepsi *cervical* yang tercermin melalui peningkatan JPE pada remaja dengan FHP memiliki implikasi jangka panjang yang signifikan terhadap kesehatan dan kualitas hidup individu-individu tersebut. Hal ini menandakan bahwa FHP bukan hanya merupakan masalah postural semata tetapi memiliki dampak yang luas pada berbagai aspek fungsional (Abdel-Aziem et al., 2024). Temuan dari penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengetahuan mengenai biomekanika postural dan fungsi proprioseptif pada remaja, dengan penekanan khusus pada konteks lokal Indonesia, dan akan menyediakan dasar empiris untuk penelitian di masa mendatang yang menginvestigasi mekanisme kausal, jalur mediasi, atau variabel moderasi yang mungkin memengaruhi hubungan tersebut. Selain kontribusi teoritis, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan implikasi praktis untuk program pencegahan berbasis sekolah dan intervensi ergonomis yang ditujukan untuk mengurangi FHP dan gangguan proprioseptif di kalangan siswa SMA. Selain itu, hasil tersebut akan memberikan informasi yang berguna bagi pedoman praktik klinis bagi profesional kesehatan yang bekerja dengan populasi remaja dalam mendeteksi dan mengelola disfungsi postural secara dini.

Berdasarkan hasil observasi awal yang dilakukan peneliti yaitu pengukuran FHP di SMAN 21 Makassar, telah dilakukan studi pendahuluan pada 30 siswa secara acak. Diperoleh hasil, ada 8 orang yang mengalami FHP yang menunjukkan prevalensi gangguan postur yang signifikan pada populasi remaja. Peningkatan temuan FHP ini menjadi dasar yang kuat untuk melakukan penelitian lebih lanjut, mengingat secara klinis gangguan postur dapat meningkatkan beban biomekanik pada struktur *cervical*, yang juga berpotensi mengganggu integrasi sensorimotor dan propriosepsi *cervical*. Oleh karena itu, penelitian ini krusial untuk dilakukan guna mengevaluasi sejauh mana hubungan antara FHP dengan CJPE pada siswa-siswi SMAN 21 Makassar demi mencegah dampak fungsional yang lebih berat di masa depan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apakah terdapat hubungan antara *Forward Head Posture* dengan *Cervical Joint Position Error* pada siswa-siswi SMAN 21 Makassar.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Diketuhiya hubungan antara *Forward Head Posture* dengan *Cervical Joint Position Error* pada siswa-siswi SMAN 21 Makassar.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Diketuhiya prevalensi FHP pada siswa-siswi SMAN 21 Makassar.
2. Diketuhiya distribusi CJPE pada siswa-siswi SMAN 21 Makassar.
3. Diketuhiya analisis faktor-faktor lain terkait FHP dengan CJPE.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan mampu memperkaya literatur ilmiah tentang hubungan antara *Forward Head Posture* dengan *Cervical Joint Position Error*.

1.4.2 Manfaat Praktis

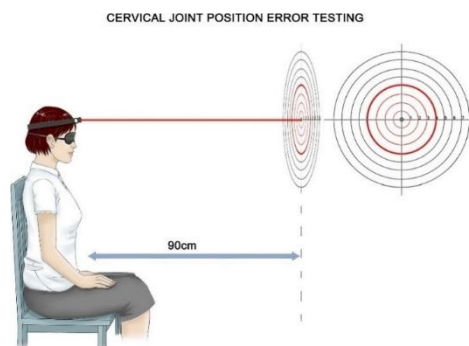
1. Manfaat bagi Institusi
Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk program edukasi pada siswa serta menambah informasi karya ilmiah dan mendukung pengembangan keilmuan fisioterapi bagi penelitian selanjutnya.
2. Manfaat bagi Peneliti
Hasil penelitian ini diharapkan dapat menyediakan pengalaman empiris dalam melatih kemampuan menyusun, melaksanakan, dan menganalisis penelitian kuantitatif tentang FHP dan JPE.

1.5 Teori

Sistem sensorimotor *cervical* merupakan integrasi fungsional yang melibatkan input aferen dari sistem visual, vestibular, dan proprioseptif untuk mempertahankan stabilitas kepala yang optimal. Salah satu fokus utama dalam perkembangan rehabilitasi masa kini adalah memahami bagaimana gangguan postural kronis, khususnya *Forward Head Posture*, dapat mendegradasi akurasi reposisi sendi leher atau *Cervical Joint Position Error*. Kondisi ini tidak hanya menyebabkan keluhan muskuloskeletal lokal, melainkan juga menimbulkan implikasi sistemik melalui perubahan mekanisme biomekanik dan neurofisiologis (Carrasco-Uribarren et al., 2023).

Cervical Joint Position Sense (CJPS) adalah komponen proprioseptif yang memberikan informasi kepada sistem saraf pusat mengenai posisi kepala. Fungsi ini bergantung pada kepadatan spindel otot yang tinggi pada otot suboksipital dan *deep cervical flexors* (DCF). Efisiensi sistem ini diukur melalui *Cervical Joint Position Error* (CJPE), yaitu ketidakmampuan individu untuk merelokasi kepala kembali ke posisi netral setelah gerakan aktif tanpa bantuan visual (Torkamani et al., 2023). CJPE mencerminkan integritas umpan balik sensorimotor. Ketika seseorang melakukan gerakan rotasi atau fleksi-ekstensi leher, reseptor pada kapsul sendi facet dan spindel otot mendeteksi perubahan panjang dan ketegangan, lalu mengirimkan sinyal tersebut ke korteks somatosensori untuk diproses. Pada individu sehat, sistem ini memungkinkan akurasi tinggi dengan kesalahan minimal saat kembali ke titik nol. Namun, adanya trauma, nyeri kronis, ataupun kelainan postural seperti FHP dapat menginduksi "*mal-signaling*", sehingga informasi posisi yang dikirimkan menjadi tidak akurat atau inkonsisten yang bermanifestasi sebagai peningkatan nilai CJPE (AIDahas et al., 2023).

Dalam penelitian klinis, metode pengukuran yang dominan dan tervalidasi untuk mengukur CJPE adalah penggunaan *head-mounted laser pointer*, yang memproyeksikan titik pada target sejauh 90 cm di depan subjek (AIDahas et al., 2023). Keakuratan pengukuran CJPE pada penelitian klinis bergantung pada standarisasi instrumen, di mana penggunaan *laser pointer* merupakan standar emas. Instrumen ini dipasang pada kepala subjek untuk memberikan representasi visual dari perpindahan sudut tanpa menambah beban mekanis yang signifikan. Penggunaan *laser pointer* dipilih karena sifatnya yang non-invasif dan tidak mengintervensi input proprioseptif alami dari otot leher selama tugas relokasi (Treleaven, 2024).

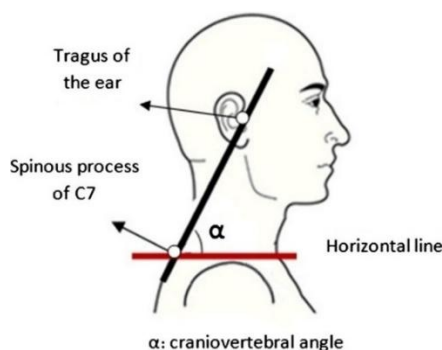


Gambar 1. Pengukuran CJPE dengan *laser pointer*
(Peng et al., 2021)

Rasionalisasi teknis dalam penempatan instrumen sangat krusial. Target harus ditempatkan pada jarak tepat 90 cm dari titik poros *cervical*. Jarak 90 cm dipilih sebagai titik optimal untuk mengonversi deviasi linear menjadi nilai sudut. Pada jarak ini setiap perpindahan laser di papan target memberikan sensitivitas tinggi terhadap gerakan mikro *cervical*. Papan target memiliki lingkaran konsentris dengan interval 1 cm dan diameter pusat 1 cm berfungsi sebagai titik nol (*bullseye*) yang memberikan ambang batas visual jelas sebelum subjek menutup mata. Kondisi ideal pengukuran mencakup posisi duduk tegak untuk mengisolasi gerakan hanya pada segmen *cervical* dan meminimalkan kompensasi dari trunkus (López-de-Uralde-Villanueva et al., 2022).

Secara klinis, nilai CJPE >4.5 derajat atau sekitar 7 cm dikategorikan abnormal. Menurut Revel et al. (1994) rumus pengukuran CJPE adalah sudut eror = $\tan^{-1}[\text{jarak eror}/90 \text{ cm}]$. Beberapa studi melaporkan bahwa bahkan pada individu tanpa gejala, kesalahan posisi lebih besar muncul pada gerakan rotasi dibandingkan fleksi dan ekstensi (H. Y. Khan et al., 2025). Kekurangan penelitian sebelumnya seringkali terletak pada kurangnya kontrol terhadap kecepatan gerakan dan tidak adanya pemantauan gerakan kompensasi bahu, yang dapat disempurnakan oleh peneliti masa depan dengan integrasi sensor inersia atau sistem *motion capture* (Treleaven, 2024).

Forward Head Posture (FHP) ditandai dengan pergeseran anterior kepala relatif terhadap C7, yang meningkatkan pembebanan mekanis pada segmen *cervical*. Secara biomekanis, setiap pergeseran kepala sejauh 2.5 cm ke depan menambah beban hingga sekitar 4.5 kg, yang memicu ketegangan otot posterior kronis (Aldahas et al., 2023). Metode objektif utama untuk mengukur FHP adalah *Craniovertebral Angle* (CVA). Nilai CVA yang lebih kecil menunjukkan tingkat keparahan FHP yang lebih tinggi. Di Indonesia, penelitian pada mahasiswa menunjukkan konsensus nilai CVA 50 derajat sebagai titik potong (*cut-off*) untuk diagnosis FHP (Bustam I & Herdayanti, 2024). Rerata CVA pada populasi asimtomatik di Asia tercatat sekitar 50 derajat, namun menurun drastis pada kelompok dengan adiksi *smartphone* (Torkamani et al., 2023).



Gambar 2. Pengukuran sudut *craniovertebral angle* (CVA)
(Shaghayeghfard et al., 2016)

Dalam studi literatur (Nakphet & Chaikumarn, 2024), kriteria individu asimtomatik untuk pengukuran FHP ditetapkan dengan menggunakan *Visual Analog Scale* (VAS) nyeri leher, di mana responden dengan skor VAS ≤ 3 dari 10 poin dikategorikan sebagai asimtomatik. Hal ini dilakukan untuk memvalidasi data pengukuran FHP murni tanpa gejala, dengan reliabilitas VAS yang superior (ICC > 0.9) sehingga memungkinkan skrining cepat pada kelompok asimtomatik. Kriteria VAS ≤ 3 digunakan karena skor tersebut setara dengan kategori "no pain" atau "mild pain minimal" (0–4 mm pada skala 10 cm), yang secara klinis dianggap tidak mengganggu fungsi harian atau postur alami, sebagaimana direkomendasikan dalam pedoman interpretasi VAS untuk pasien muskuloskeletal (Usen & Gunduz, 2025).

Penggunaan *smartphone* yang berkepanjangan telah terbukti secara signifikan meningkatkan sudut fleksi leher, sehingga meningkatkan risiko masalah leher yang berhubungan dengan postur. Individu yang menggunakan *smartphone* selama lebih dari 4 jam per hari menunjukkan sudut postur kepala ke depan yang, rata-rata, 9° lebih besar daripada mereka yang menggunakannya kurang dari 4 jam (I. G. Lee & Son, 2025). Secara kolektif, temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan *smartphone* menggeser posisi kepala ke depan, meningkatkan fleksi leher, meningkatkan beban otot di sekitar tulang belakang leher, dan memperlambat kecepatan konduksi saraf leher (Brühl et al., 2023).

Kemajuan teknologi memungkinkan metode penilaian postur yang efisien dan aman melalui aplikasi digital seperti *AI Posture Evaluation and Correction System* (APECS). Sistem ini menggunakan algoritme fotogrametri presisi untuk mengidentifikasi 24 titik anatomi otomatis, dengan validitas tinggi terhadap perangkat lunak lain seperti Kinovea ($r = 0.94$) (Carrasco-Uribarren et al., 2023). Alat ini unik karena memiliki fitur koreksi otomatis terhadap kemiringan kamera (target hijau), sehingga meminimalkan bias pengukuran, serta cocok untuk skrining dan pemantauan postur berbasis populasi (Badau et al., 2024; Trovato et al., 2022).

FHP dikenal sebagai "*silent killer*" karena proses degenerasi strukturalnya berlangsung lambat tanpa gejala awal yang hebat. Mekanisme utamanya adalah "*creep*", yaitu peregangan plastis permanen pada ligamen akibat beban statis

berkepanjangan. Kondisi ini menyebabkan *Ligamentous Cervical Instability* (LCI) yakni hilangnya kurva lordotik yang dapat menekan vena jugularis interna, mengganggu drainase cairan otak, dan memicu peningkatan tekanan intrakranial subklinis yang berujung pada gejala seperti *brain fog* dan kecemasan (Hauser et al., 2024).

Pengukuran CJPE dalam penelitian ini difokuskan pada bidang sagital (fleksi-ekstensi) dan transversal (rotasi). Pemilihan ini didasarkan pada prosedur pengukuran terstandarisasi serta karakteristik biomekanis dan anatomis spesifik *cervical* yakni lateral fleksi memiliki pembatasan struktural oleh sendi *Luschka/uncovertebral*. Sendi ini terletak pada C3–C7 yang berfungsi sebagai pembatas mekanis alami (*mechanical limitation*) terhadap lateral fleksi guna melindungi akar saraf dan arteri vertebralis. Fenomena ini juga dikenal dengan *bony lock*, sehingga kurang sensitif dalam mendeteksi defisit proprioseptif otot. Selain itu, fenomena *coupling motion* memastikan bahwa elemen kontrol motorik lateral fleksi telah terwakili melalui pengukuran rotasi (Hauser et al., 2024).

Kondisi *Forward Head Posture* memicu pemendekan pada otot ekstensor superficial dan pemanjangan kronis serta kelemahan pada *deep cervical flexors* yang berfungsi sebagai stabilisator lokal secara langsung mengubah input sensorik dari spindel otot ke Sistem Saraf Pusat (SSP). Gangguan stabilitas ini, yang diperburuk oleh kompensasi translasi kepala ke depan, mengakibatkan otak kehilangan referensi spasial yang akurat mengenai posisi leher. Pada remaja dengan penggunaan *smartphone* yang intensif serta kebiasaan ergonomis yang buruk, mempercepat proses “*creep*” atau peregangan ligamen yang menciptakan siklus patologis berupa postur yang buruk merusak sistem proprioepsi (ditandai dengan peningkatan skor CJPE), sementara penurunan fungsi proprioepsi menyebabkan penurunan kemampuan untuk mengoreksi postur secara otomatis (Carrasco-Uribarren et al., 2023).

Dampak defisit sensorimotor akibat FHP bersifat luas karena tidak hanya memengaruhi kontrol leher tetapi juga keseimbangan secara keseluruhan. Penelitian empiris terbaru menunjukkan hubungan yang konsisten antara kedua variabel ini, dimana keparahan FHP berkorelasi terbalik secara signifikan dengan peningkatan *error value* JPE, baik pada fleksi, ekstensi, maupun rotasi cervical (Gray et al., 2021). Tinjauan sistematis terbaru menegaskan bahwa individu dengan FHP memiliki pengurangan signifikan pada *cervical joint position sense* pada semua arah gerakan (Norasteh et al., 2025). Defisit sensorimotor yang disebabkan oleh FHP ditemukan bersifat sistemik, dengan penelitian yang menunjukkan penurunan *position sense* tidak hanya di leher tetapi juga pada sendi distal seperti pergelangan kaki, serta memengaruhi keseimbangan berbasis kinerja secara keseluruhan (Abdel-Aziem et al., 2024). Studi intervensi memperkuat kesimpulan ini, menunjukkan bahwa pelatihan spesifik, terutama kombinasi *Cervical Stabilization Exercises* (CSE) dan *Cervical Proprioception Training* (CPT), menghasilkan perbaikan yang nyata pada CVA dan JPE, menandakan bahwa disfungsi proprioseptif dapat diatasi melalui neuromuscular *re-education* (Özalp et al., 2025).

Meskipun pondasi teoretis dan bukti empiris pada populasi dewasa (seperti pekerja, pengemudi, atau individu dengan nyeri leher kronis) sudah kuat, terdapat kesenjangan literatur, khususnya pada populasi siswa sekolah menengah atas. Kelompok ini secara unik relevan karena tingkat prevalensi FHP tinggi yang disebabkan oleh faktor perilaku modern, terutama penggunaan *smartphone* yang berkepanjangan (Resende et al., 2025).

Oleh karena itu, kebaruan dari penelitian ini terletak pada upaya untuk menjembatani kesenjangan metodologis dan demografis dengan secara ketat menguji hipotesis hubungan FHP-JPE pada populasi siswa SMA. Dengan menerapkan kriteria diagnostik FHP dan JPE yang objektif dan terstandarisasi, penelitian ini berupaya memberikan bukti primer yang kuat dan terfokus, mengklarifikasi sejauh mana FHP yang terukur secara biomekanis memengaruhi fungsi proprioseptif pada remaja. Kebaruan ini diharapkan dapat memberikan dasar yang esensial untuk pengembangan program pencegahan dan intervensi spesifik yang ditargetkan pada disfungsi sensorimotor dini pada kelompok usia yang rentan, alih-alih hanya berfokus pada gejala nyeri atau kebiasaan penggunaan *smartphone* secara umum.

Tabel 1. *Literature Review*

No	Jurnal (Mendeley)	Gap Latar Belakang	Metode			Hasil	Kesimpulan
			Sampel	Variabel	Alat Ukur		
1.	<i>The relationship between forward head posture, postural control and gait: A systematic review</i> (Lin et al., 2022)	Terdapat bukti yang saling bertentangan mengenai hubungan antara <i>Forward Head Posture</i> (FHP) dengan kontrol postural dan pola berjalan (<i>gait</i>). Belum ada tinjauan sistematis yang merangkum hubungan-hubungan tersebut secara komprehensif.	<i>Systematic Review</i> (Tinjauan sistematis) 19 studi observasional (<i>Web of Science</i> , PubMed, Scopus, CINAHL Plus) yang memenuhi kriteria inklusi.	FHP, Kontrol postural (keseimbangan statis/dinamis, <i>limits of stability</i> , dan proprioepsi <i>cervical</i>).	FHP diukur dengan CVA, keseimbangan statis (Tetrax <i>portable multiple system</i>), keseimbangan dinamis (Biodex <i>balance system</i>), proprioepsi (HRA tes)	Terdapat bukti konsisten bahwa individu dengan FHP mengalami perubahan signifikan pada batas stabilitas (<i>limits of stability</i>), keseimbangan berbasis performa, dan proprioepsi leher. Namun, bukti mengenai dampaknya terhadap keseimbangan statis dan pola berjalan masih terbatas atau kontroversial.	FHP berkaitan erat dengan gangguan aspek spesifik dari kontrol postural (seperti proprioepsi dan batas stabilitas), namun tidak serta-merta mengganggu keseimbangan umum secara keseluruhan. Evaluasi klinis pada pasien FHP harus lebih spesifik pada aspek-aspek tersebut.

2.	<i>Assessing the measurement characteristics of cervical joint repositioning error in individuals with and without forward head posture</i> (Ramezani et al., 2025)	Perlu pemisahan yang jelas apakah gangguan proprioepsi (JPE) disebabkan oleh postur (FHP) itu sendiri atau karena adanya nyeri kronis yang menyertainya.	90 orang dibagi tiga kelompok: FHP dengan nyeri leher kronis (CNP), FHP tanpa nyeri, dan kontrol sehat.	<i>Absolute Error</i> (AE) dan <i>Constant Error</i> (CE) dari reposisi sendi.	Tes JPE menggunakan <i>laser pointer</i> dengan target jarak 90 cm. Intensitas nyeri diukur dengan VAS. Kemampuan fungsional leher diukur dengan <i>Neck Disability Index</i> (NDI). FHP diukur dengan CVA.	Kelompok FHP dengan CNP memiliki kesalahan reposisi (AE dan CE) yang jauh lebih tinggi dibanding kelompok sehat. Kelompok FHP tanpa nyeri juga menunjukkan kesalahan, namun yang paling signifikan perbedaannya adalah kelompok dengan nyeri, terutama kecenderungan <i>overshoot</i> (melewati target) pada gerakan fleksi dan ekstensi.	Kombinasi FHP dan nyeri leher kronis menyebabkan defisit proprioepsi terberat. Nyeri tampaknya menjadi faktor penguat gangguan sensorimotor pada individu dengan postur kepala ke depan.
3.	<i>Effect of Sensorimotor Training on Joint Position Sense Among Subjects with Non-specific Neck Pain</i>	Penelitian ini bertujuan menguji efektivitas protokol latihan sensorimotor yang lebih sederhana (hanya fokus pada JPS dan okulomotor)	Desain: Kuasi-eksperimental (<i>Quasi-experimental</i>). Sampel: 15 subjek dengan nyeri leher non-spesifik.	Proprioepsi/ <i>Joint Position Sense</i> (JPS).	<i>Head mounted laser target</i> .	Setelah 4 minggu latihan (12 sesi), terdapat perbaikan signifikan pada nilai JPS untuk gerakan fleksi dan ekstensi ($p < 0.05$).	Latihan sensorimotor yang terfokus mampu secara efektif memperbaiki defisit

	(Prakash et al., 2024)	terhadap perbaikan rasa posisi sendi pada nyeri leher non-spesifik.					propriosepsi pada penderita nyeri leher non-spesifik.
4.	<i>Relationships between cervical sagittal posture, muscle endurance, joint position sense, range of motion and level of smartphone addiction</i> (Torkamani et al., 2023)	Penggunaan <i>smartphone</i> yang berlebihan diduga memicu perubahan postur <i>cervical</i> , ketahanan otot, dan propriosepsi, tetapi hubungan antara tingkat “kecanduan <i>smartphone</i> ”, FHP, daya tahan otot, ROM, dan JPS belum terpetakan dengan baik.	60 mahasiswa kedokteran pengguna <i>smartphone</i> > 2 jam/hari selama ≥ 1 tahun, dibagi menjadi kelompok “ <i>Addicted</i> ” dan “ <i>Non-Addicted</i> ” berdasarkan skor SAS-SV.	Postur <i>cervical</i> : CVA, <i>forward head distance</i> (FHD), <i>shoulder angle</i> , <i>sagittal head angle</i> . Ketahanan otot fleksor dan ekstensor leher. JPE <i>cervical</i> . ROM <i>cervical</i> aktif.	Skala SAS-SV untuk adiksi <i>smartphone</i> . Tes ketahanan otot fleksor dan ekstensor <i>cervical</i> (NFMET, NEMET). JPS dengan laser di helm mengacu pada prosedur Revel (gerakan fleksi, ekstensi, lateral fleksi). ROM dengan alat CROM.	Kelompok adiksi menunjukkan CVA yang lebih kecil dan FHD yang lebih besar (postur lebih ke depan) serta ketahanan otot ekstensor yang lebih rendah tetapi tidak ditemukan perbedaan bermakna pada JPE dan beberapa sudut lainnya setelah koreksi statistik.	Adiksi <i>smartphone</i> berkaitan dengan perubahan akurasi posisi sagital <i>cervical</i> dan penurunan daya tahan otot ekstensor, namun tidak secara jelas dikaitkan dengan gangguan propriosepsi <i>cervical</i> dalam desain studi ini.

5.	<i>Responsiveness of the cervical joint position error test to detect changes in neck proprioception following four weeks of home-based proprioceptive training</i> (Aldahas et al., 2024)	Meskipun JPE diakui reliabel dan valid untuk mengukur proprioepsi <i>cervical</i> , belum banyak data tentang <i>responsiveness</i> tes ini terhadap perubahan setelah program latihan proprioseptif.	Orang dewasa (mahasiswa dan staf Universitas Birmingham) usia 18–55 tahun dengan nyeri leher kronis yang menjalani latihan proprioepsi leher di rumah selama 4 minggu.	JPE absolut dan konstan pada fleksi, ekstensi, rotasi kanan dan kiri. Posisi duduk dan berdiri.	Laser <i>head-mounted</i> dan target dinding. IMU untuk menilai <i>external responsiveness</i> s.	Setelah 4 minggu latihan, JPE absolut menurun secara nyata (sekitar 2,7–4,5° menjadi 1,5–2,3°) dengan <i>effect size</i> besar untuk hampir semua arah gerak, terutama pada posisi berdiri. Responsivitas eksternal umumnya lemah, kecuali untuk JPE konstan rotasi kiri dalam posisi duduk yang menunjukkan korelasi kuat.	Tes JPE memiliki <i>internal responsiveness</i> yang baik untuk mendeteksi perbaikan proprioepsi setelah latihan, tetapi <i>external responsiveness</i> terhadap IMU masih terbatas; hal ini menguatkan kegunaan klinis tes JPE untuk evaluasi pra-pasca intervensi.
6.	<i>Reliability of the Joint Position Sense Error Test for Women With Neck Pain and Asymptomatic Men and Women</i> (Cid et al., 2022)	Tes JPSE sering digunakan untuk menilai proprioepsi leher, tetapi reliabilitas antar sesi terutama pada perempuan dengan nyeri leher dibanding	41 partisipan: 14 laki-laki asimtomatik, 14 perempuan asimtomatik, 13 perempuan dengan nyeri leher.	JPE rotasi kanan dan kiri 10 repetisi, untuk dua sesi terpisah berjarak minimal 7 hari.	<i>Head-mounted laser</i> dan target bundar di dinding. Pengukuran jarak <i>error</i> (mm) dari pusat target	Kelompok nyeri leher menunjukkan ICC intra-rater yang baik (0,77–0,87) untuk rotasi kanan dan kiri, sedangkan kelompok asimtomatik laki-laki dan perempuan	Protokol JPSE yang digunakan cukup reliabel untuk perempuan dengan nyeri leher sehingga layak dipakai di klinik untuk

		kelompok asimtomatik belum jelas, padahal hal ini penting untuk pemantauan klinis.			yang kemudian dikonversi ke derajat.	menunjukkan reliabilitas yang rendah hingga sedang. Nilai <i>minimal detectable change</i> juga dihitung untuk membantu interpretasi klinis perubahan skor.	menilai perubahan proprioepsi, namun kehati-hatian diperlukan saat menginterpretasi hasil pada populasi asimtomatik.
7.	<i>Head repositioning accuracy in patients with neck pain and asymptomatic subjects: concurrent validity, influence of motion speed, motion direction and target distance</i> (Dugailly et al., 2015)	Tes <i>Head Repositioning Test</i> (HRT) banyak digunakan, tetapi batas patologis, pengaruh jarak target, kecepatan gerak, dan arah gerak terhadap akurasi reposisi kepala belum ditetapkan secara sistematis.	71 subjek (36 sehat, 35 dengan nyeri leher kronis usia 30–55 tahun).	<i>Head repositioning error</i> untuk fleksi/ekstensi dan rotasi pada dua jarak target (90 cm dan 180 cm) dan dua kecepatan gerak dengan enam kali repetisi berturut-turut.	Helm dengan laser mengarah ke kertas grafis. Elektrogoniometer 3D sebagai pembanding (<i>concurrent validity</i>).	Nilai normal HRT sekitar hingga 3,6°, sedangkan pada pasien nyeri leher hingga 7,1°. Batas defisit proprioepsi disarankan pada 4,5° (spesifisitas 93%, sensitivitas 86%). Akurasi reposisi lebih baik pada jarak 180 cm dan kecepatan gerak alami, dan error terbesar terjadi setelah gerakan ekstensi.	HRT valid dan dapat diandalkan sebagai tes klinis sederhana dan murah untuk menilai dan memantau defisit proprioepsi <i>cervical</i> , dengan rekomendasi cut-off klinis sekitar 4,5°.

8.	<i>Cervical Proprioception Impairment in Neck Pain- Pathophysiology, Clinical Evaluation, and Management: A Narrative Review</i> (Peng et al., 2021)	Nyeri leher merupakan penyebab disabilitas yang umum terjadi di seluruh dunia, namun patologi dasar dan fisiopatologinya masih belum sepenuhnya dipahami. Oleh karena itu diperlukan integrasi bukti tentang peran gangguan proprioepsi <i>cervical</i> dan kontrol sensorimotor dalam timbul dan berlanjutnya nyeri leher.	<i>Narrative review.</i>	Mekanisme gangguan proprioepsi <i>cervical</i> , tes klinis sensorimotor <i>cervical</i> (termasuk JPE), serta pendekatan rehabilitasi sensorimotor.	PubMed dan MEDLINE Database sejak September 2020	Ulasan ini menegaskan bahwa gangguan proprioepsi <i>cervical</i> merupakan salah satu masalah utama pada pasien nyeri leher dan berkontribusi terhadap gangguan kontrol sensorimotor, pusing, dan gangguan keseimbangan. Delapan jenis tes sensorimotor dijelaskan, dengan tes JPE sebagai prosedur yang paling sering digunakan.	Evaluasi dan penatalaksanaan gangguan proprioepsi <i>cervical</i> dan kontrol sensorimotor seharusnya menjadi bagian rutin dalam manajemen konservatif nyeri leher kronis.
9.	<i>Two Methods of Forward Head Posture Assessment: Radiography vs.</i>	Banyak studi menggunakan CVA dari foto untuk menilai FHP, tetapi hubungan nyata	120 partisipan dengan <i>chronic myofascial pain</i> .	<i>CVA dari foto postur. C2–C7 SVA dan ARA C2–C7 (lordosis</i>	Fotogrametri dan pengukuran radiografik digital.	Ditemukan korelasi yang bermakna tetapi lemah antara CVA dan C2–C7 SVA (R^2 sekitar 0,30) serta	CVA dan parameter radiografik merepresentasikan aspek yang

	<i>Posture and Their Clinical Comparison</i> (Oakley et al., 2024)	antara CVA dengan parameter radiografik seperti C2–C7 <i>sagittal vertical axis</i> (SVA) dan <i>lordosis cervical</i> (<i>absolute rotation angle</i> : ARA C2–C7) belum jelas; ini penting untuk keputusan klinis berbasis radiograf.		<i>cervical</i>) dari foto rontgen <i>lateral cervical</i> .		antara CVA dan ARA C2–C7 (R^2 sekitar 0,275). Nilai CVA 50° kira-kira berkorelasi dengan SVA sekitar 20 mm, namun variasi individual cukup besar.	berbeda dari keseimbangan sagital <i>cervical</i> ; CVA tidak dapat menggantikan pengukuran lordosis <i>cervical</i> berbasis radiografi dan radiografi tetap penting sebagai dasar penentuan intervensi korektif.
10.	<i>A Quasi-Experimental Study Examining the Effect of a Proprioceptive Rehabilitation Protocol for the Cervical Spine on Balance and Function Using a Laser Head Light in Older Community</i>	Peran JPE <i>cervical</i> terhadap risiko jatuh pada lansia belum banyak dikaji, dan bukti efek latihan proprioseptif leher terhadap fungsi keseimbangan dan gait pada populasi lansia komunitas masih minim.	Desain: Kuasi-eksperimental dengan kelompok kontrol. Sampel: 60 lansia yang tinggal mandiri, dibagi menjadi kelompok intervensi dan kontrol.	JPE <i>cervical</i> berbagai arah. Kecepatan jalan, <i>Timed Up and Go</i> , Berg Balance Scale, Falls Efficacy Scale.	<i>Laser head light</i> (SenMoCOR) untuk menilai JPE. Tes fungsional standar (TUG, gait speed, Berg, FES).	Reliabilitas alat laser cukup baik hingga sangat baik untuk sebagian besar posisi (ICC 0,70–0,95). Kelompok yang menjalani protokol proprioseptif <i>cervical</i> menunjukkan penurunan JPE yang lebih besar serta perbaikan bermakna pada kecepatan	Latihan proprioseptif <i>cervical</i> dengan <i>laser head light</i> efektif menurunkan defisit JPE dan memperbaiki fungsi keseimbangan dan gait pada lansia, sehingga berpotensi

	<i>Dwelling Individuals</i> (Swanson VM et al, 2025)					jalan, TUG, skor Berg, dan <i>falls efficacy</i> dibanding kelompok kontrol.	menjadi modalitas latihan tambahan untuk menurunkan risiko jatuh.
11.	<i>The reliability and validity of a novel wearable inertial sensor to measure the cervical proprioception</i> (J. Wang et al., 2024)	Metode pengukuran JPE menggunakan laser pointer seringkali memakan waktu dan membutuhkan pengaturan ruang khusus walaupun metode tersebut memiliki sensitivitas tinggi. Diperlukan validasi alat sensor inersia (<i>wearable sensor</i>) baru yang lebih praktis seperti "Baibit sensor".	53 pasien nyeri leher kronis non-spesifik (CNNP).	Reliabilitas intra-rater/inter-rater dan validitas alat.	Sensor <i>Baibit</i> dibandingkan dengan metode standar <i>Laser Pointer Device</i> (LPD).	Sensor <i>Baibit</i> menunjukkan reliabilitas sedang hingga sangat baik (ICC: 0.71-0.88) untuk sebagian besar gerakan. Validitasnya juga tergolong baik bila dibandingkan dengan metode laser, meskipun sedikit lebih rendah pada gerakan rotasi kiri.	Sensor <i>Baibit</i> merupakan alternatif alat ukur yang valid dan reliabel untuk mengevaluasi proprioepsi leher secara digital dan praktis di klinik.

12.	<i>Reliability and Validity of a Novel Device for Evaluating the Cervical Proprioception</i> (Zhang et al., 2023)	Penilaian propriocepsi <i>cervical</i> di klinik umumnya menggunakan <i>Laser Pointer Device</i> (LPD) atau alat seperti CROM, namun kedua alat ini memiliki keterbatasan terkait biaya, kemampuan penyimpanan data, serta efisiensi pengukuran. Belum banyak penelitian yang menguji reliabilitas dan validitas WitMotion sensor/WS dan membandingkannya langsung dengan LPD sebagai alat rujukan klinis dalam pengukuran <i>Cervical Joint Position Error</i> (JPE).	28 partisipan sehat (16 perempuan, 12 laki-laki) berusia 25–66 tahun. Seluruh partisipan tidak memiliki keluhan gangguan <i>cervical</i> dalam tiga bulan terakhir dan memiliki skor <i>Neck Disability Index</i> (NDI) $\leq 10\%$, sehingga dapat dikategorikan asimtomatik.	<i>Cervical Joint Position Error</i> (CJPE), reliabilitas intra-pemeriksa dan antar-pemeriksa (<i>intraclass correlation coefficient</i> /ICC), <i>standard error of measurement</i> (SEM), <i>minimum detectable change</i> (MDC90), serta validitas kriteria dengan membandingkan hasil WS dan LPD.	<i>WitMotion sensor</i> (WS), laser pointer device (LPD) yang terpasang pada <i>headband</i> ringan di kepala. Target berupa papan putih diletakkan pada jarak 90 cm di depan partisipan. Selain itu digunakan kuesioner NDI untuk menyaring adanya disabilitas leher.	Reliabilitas intra-pemeriksa WS tergolong sedang hingga baik (ICC 0,682–0,774) pada sebagian besar gerakan, sedangkan LPD menunjukkan ICC 0,512–0,796 tergantung arah gerak. Untuk reliabilitas antar-pemeriksa, baik WS maupun LPD memperlihatkan ICC di atas 0,70 pada hampir semua gerakan, kecuali pada ekstensi dan lateral fleksi kiri yang hanya mencapai tingkat moderat. Nilai SEM dan MDC90 relatif kecil untuk kedua alat, menandakan kesalahan	Peneliti menyimpulkan bahwa WitMotion sensor memiliki reliabilitas dan validitas yang memadai dalam mengukur JPE <i>cervical</i> , dan dapat menjadi alternatif alat yang lebih praktis dan berbiaya lebih rendah dibandingkan alat konvensional. Baik WS maupun LPD dapat digunakan secara klinis untuk mengevaluasi propriocepsi <i>cervical</i> , khususnya ketika diperlukan alat yang objektif dan dapat merekam
-----	---	--	---	--	--	--	---

						pengukuran absolut yang rendah. Uji validitas menunjukkan korelasi sedang hingga tinggi antara WS dan LPD (ICC $\geq 0,614$; koefisien Spearman 0,632–0,880) pada seluruh arah gerakan, yang berarti WS mampu mereplikasi pengukuran JPE yang dihasilkan LPD.	data secara digital.
13.	<i>Measurement properties of cervical joint position error in people with and without chronic neck pain</i> (AIDahas et al., 2023)	Diperlukan evaluasi komprehensif terhadap pengukuran JPE, termasuk reliabilitas, validitas, dan perbandingan antara metode klinis sederhana (<i>laser pointer</i>) dengan sensor canggih (<i>Inertial</i>	43 partisipan: 23 asimptomatik dan 20 dengan <i>Chronic Neck Pain</i> (CNP)	<i>Absolute Error</i> (AE) dan <i>Constant Error</i> (CE) JPE.	<i>Head-mounted laser pointer</i> (untuk aplikasi klinis) dan <i>sensor IMU Noraxon</i> (sebagai alat referensi)	JPE Absolut (AE) ditemukan lebih tinggi secara signifikan pada kelompok CNP dibandingkan kelompok asimptomatik saat duduk, untuk gerakan fleksi, ekstensi, dan rotasi kiri. Korelasi	Pengukuran JPE, terutama <i>Absolute Error</i> , adalah penanda yang efektif untuk membedakan disfungsi proprioseptif antara individu dengan CNP dan yang sehat. Alat

		<i>Measurement Units/IMU)</i> dalam posisi duduk dan berdiri				antara <i>laser pointer</i> dan IMU bervariasi dari lemah hingga sangat kuat, mendukung validitas penggunaan <i>laser pointer</i> .	<i>laser pointer</i> didukung untuk penggunaan klinis.
14.	<i>Comparison of postural assessment and awareness in individuals receiving posture training using the digital AI posture assessment and correction system</i> (Cankaya & Taki, 2024)	Meskipun program pelatihan postur telah menunjukkan manfaat potensial, bukti empiris tentang bagaimana pelatihan postur mengubah kesadaran postur dan deviasi postural yang diukur dengan teknologi kecerdasan buatan masih terbatas. Penelitian mengenai efektivitas sistem penilaian postur berbasis AI (APECS) dalam membedakan individu yang	131 peserta (64 kelompok pelatihan postur, 67 kelompok kontrol) berusia 18–35 tahun dari rumah sakit, universitas, dan keluarga pasien.	Deviasi postur: <i>body alignment, head tilt, shoulder alignment, pelvic tilt, knee alignment, feet alignment, posterior alignment, sagittal alignment</i> . Kesadaran postur: <i>postural awareness form</i> (PAF).	APECS, aplikasi <i>mobile</i> berbasis fotogrametri untuk analisis postur dengan marker anatomis. <i>New York Posture Rating Chart</i> (NYPR)—penilaian postur tradisional dengan skor 13–65.	Kelompok pelatihan postur menunjukkan skor PAF, BAQ, dan PHAS yang secara signifikan lebih tinggi dibanding kelompok kontrol. Pada sub-dimensi PHAS, tidak ada perbedaan signifikan dalam postural habit antara kelompok, tetapi ada perbedaan signifikan dalam <i>postural awareness</i> . Skor NYPR serupa antara kelompok, namun penilaian digital APECS menunjukkan	Pelatihan postur meningkatkan kesadaran postural dan kesadaran tubuh secara signifikan, dengan deviasi postural yang terukur secara digital lebih rendah pada kelompok yang menerima pelatihan namun, pelatihan postur tidak mengubah kebiasaan postural, menunjukkan

		menerima versus tidak menerima pelatihan postur masih minim.		Kesadaran tubuh: <i>body awareness questionnaire</i> (BAQ). Kebiasaan dan kesadaran postural: <i>postural habits and awareness scale</i> (PHAS) dengan sub-dimensi <i>postural habit</i> dan <i>postural awareness</i>.	BAQ dengan skor total 18–126 (skor lebih tinggi = kesadaran tubuh lebih baik). PAF dengan skala 0–10 (0 = kesadaran postur buruk, 10 = sempurna). PHAS dengan skor maksimal 95 (35 untuk <i>postural habit</i>, 60 untuk <i>postural awareness</i>).	perbedaan signifikan dalam <i>alignment</i> tubuh, <i>head tilt</i> , <i>shoulder alignment</i> , <i>pelvic tilt</i> , <i>knees</i> , <i>posterior alignment</i> , dan <i>sagittal alignment</i> , dengan deviasi meningkat dari bawah ke atas tubuh.	bahwa program pelatihan postur berfokus pada kesadaran daripada perubahan kebiasaan jangka panjang dalam aktivitas sehari-hari.
15.	<i>Postural Evaluation in Young Healthy Adults through a</i>	Meskipun berbagai alat penilaian postur tersedia mulai dari goniometer dan	100 relawan sehat (50 laki-laki, 50 perempuan) dengan rata-rata	24 variabel postural dalam tiga bidang ruang (<i>anterior</i>	Aplikasi mobile APECS-AI <i>Posture Evaluation and</i>	Analisis <i>Student's t-test</i> menunjukkan perbedaan signifikan antara laki-laki dan	Aplikasi <i>mobile</i> APECS menawarkan metode yang

	<i>Digital and Reproducible Method</i> (Trovato et al., 2022)	<i>plumb line</i> hingga sistem 3D berbasis marker yang mahal, tidak ada standar emas untuk penilaian postur. Aplikasi <i>mobile</i> untuk analisis postur menunjukkan potensi, tetapi data normatif yang komprehensif tentang perbedaan jenis kelamin pada populasi dewasa muda sehat masih terbatas, terutama untuk aplikasi APECS.	usia $23,4 \pm 6,2$ tahun, tanpa riwayat cedera muskuloskeletal mayor, patologi tulang belakang, atau patologi neurologis.	<i>coronal plane, posterior coronal plane, sagittal plane</i>). Variabel meliputi: <i>body alignment, head alignment, acromion alignment, axillae alignment, trunk inclination, ribcage tilt, knee angle, foot angle, pelvic tilt, tibia shift, scapulae alignment</i>, dan lainnya. Perbedaan jenis kelamin dalam penilaian postural digital.	<i>Correction System (New Body Technologies SAS, Grenoble, Prancis)</i>. Empat foto: <i>anterior coronal, posterior coronal</i>, dan dua <i>sagittal</i> (kiri-kanan). Tiga operator berbeda dengan pengalaman serupa (3–4 tahun) melakukan analisis.	perempuan pada beberapa variabel: <i>anterior coronal plane (axillary alignment)</i> $p = 0,04$; <i>trunk inclination</i> $p = 0,03$; <i>knee alignment</i> $p = 0,01$; <i>sagittal plane (head inclination)</i> $p = 0,04$; <i>tibia shift</i> $p = 0,01$; <i>foot angle</i> $p < 0,001$. Tidak ada perbedaan signifikan pada <i>posterior coronal plane</i>. Dari 24 variabel, 13 menunjukkan ICC $> 0,90$ (<i>excellent reproducibility</i>), 3 menunjukkan ICC $> 0,60$ (<i>good</i>), dan 6 tidak memenuhi kriteria <i>cut-off</i>. Variabel yang tidak reliabel meliputi <i>trunk inclination</i> dan <i>axillae</i>	cepat dan terjangkau untuk penilaian postural pada populasi umum dengan <i>reproducibility</i> yang baik untuk sebagian besar variabel, meskipun beberapa variabel menunjukkan reliabilitas terbatas dan memerlukan kehati-hatian dalam penempatan <i>landmark</i>; aplikasi ini dapat digunakan sebagai alat bantu untuk <i>screening</i> pencegahan gangguan postural pada perawatan primer
--	--	--	--	---	--	--	--

						<i>alignment</i> di semua bidang, dan <i>head alignment</i> hanya reliabel pada <i>sagittal plane</i> .	dan fasilitas kebugaran dengan mempertimbangkan keterbatasannya.
16.	<i>Cervical Proprioception Assessed through Targeted Head Repositioning: Validation of a Clinical Test Based on Optoelectronic Measures</i> (Cerina et al., 2023)	Tes reposisi kepala untuk menilai proprioepsi <i>cervical</i> telah banyak dikembangkan, namun sebagian besar menggunakan peralatan sederhana seperti <i>laser pointer</i> . Dibutuhkan validasi dengan sistem optoelektronik, khususnya untuk mengukur JPE dalam tiga bidang ruang secara bersamaan pada populasi sehat sebagai standar referensi klinis.	26 peserta dewasa sehat (13 perempuan, rata-rata usia $33,4 \pm 6,3$ tahun).	Kesalahan posisi sendi (JPE) dalam bidang horizontal (rotasi kepala kanan-kiri), sagital (fleksi-ekstensi), dan frontal (side-bending). Komponen JPE yang dimaksudkan (<i>JPEint-component</i>) dan komponen tak dimaksudkan.	Sistem optoelektronik dengan 10 marker reflektif yang dipasang pada kepala dan torso atas. Dua <i>laser pointer</i> yang dipasang pada kacamata untuk proyeksi ke panel target. Prosedur <i>head-to-target</i> (HTT) dengan gerakan 30°	JPE dalam bidang gerak yang dimaksudkan relatif kecil dengan nilai rotasi kanan $5,39^\circ \pm 5,29^\circ$, rotasi kiri $5,03^\circ \pm 4,51^\circ$, ekstensi $1,79^\circ \pm 3,94^\circ$, dan fleksi $0,54^\circ \pm 4,35^\circ$. <i>Error</i> rata-rata dalam bidang yang tak dimaksudkan sekitar 1° atau kurang. Konsistensi antara operator tinggi, dengan rentang perubahan terdeteksi terkecil untuk <i>JPEint-component</i> antara $4,5^\circ$ hingga $6,98^\circ$.	Sistem optoelektronik memberikan sifat metrik yang baik untuk tes HTT reposisi kepala, memungkinkan pengukuran akurat dalam tiga dimensi ruang dan menyediakan standar referensi klinis yang berharga untuk penelitian dan praktik klinis yang melibatkan proprioepsi <i>cervical</i> .

				Konsistensi antara dua operator.	untuk rotasi dan 25° untuk fleksi-ekstensi.		
17.	<i>Characteristics of Cervical Position Sense in Subjects with Forward Head Posture</i> (M.-Y. Lee et al., 2014)	Penelitian tentang FHP banyak menitikberatkan pada nyeri dan keluhan muskuloskeletal, tetapi pengaruh FHP terhadap kesalahan posisi sendi <i>cervical</i> secara spesifik (berbagai arah gerak) masih jarang dikaji.	39 subjek sehat dibagi menjadi kelompok FHP (CVA < 53°, n=19) dan kontrol (CVA ≥ 53°, n=20).	Derajat FHP (CVA). Kesalahan posisi sendi setelah fleksi, ekstensi, dan rotasi <i>cervical</i> .	CVA melalui foto lateral. <i>Head Repositioning Accuracy Test</i> dengan <i>head-mounted laser</i> terhadap target dinding untuk mengukur error posisi setelah gerakan <i>cervical</i> .	Kelompok FHP memiliki JPE yang secara signifikan lebih besar pada fleksi, ekstensi, dan rotasi dibanding kelompok kontrol, dan terdapat korelasi terbalik yang bermakna antara CVA dan JPE.	FHP berkaitan dengan penurunan propriosepsi <i>cervical</i> pada berbagai arah gerakan; perubahan panjang otot akibat FHP diduga mengganggu aktivitas spindel otot dan menurunkan akurasi posisi sendi.
18.	<i>Cervical proprioception accuracy is impaired in patients with axial</i>	Belum banyak penelitian yang secara spesifik menginvestigasi seberapa besar	82 pasien axSpA (52 laki-laki dan 30 perempuan) dan 71 individu sehat (53 laki-laki, 18	Akurasi propriosepsi <i>cervical</i> (<i>Joint Position Error/JPE</i>),	CJPE: <i>Laser pointer</i> Nyeri: VAS Durasi nyeri: BASDAI	Pasien axSpA menunjukkan nilai kesalahan posisi (JPE) yang lebih tinggi secara	Akurasi propriosepsi leher terganggu secara signifikan pada pasien axSpA.

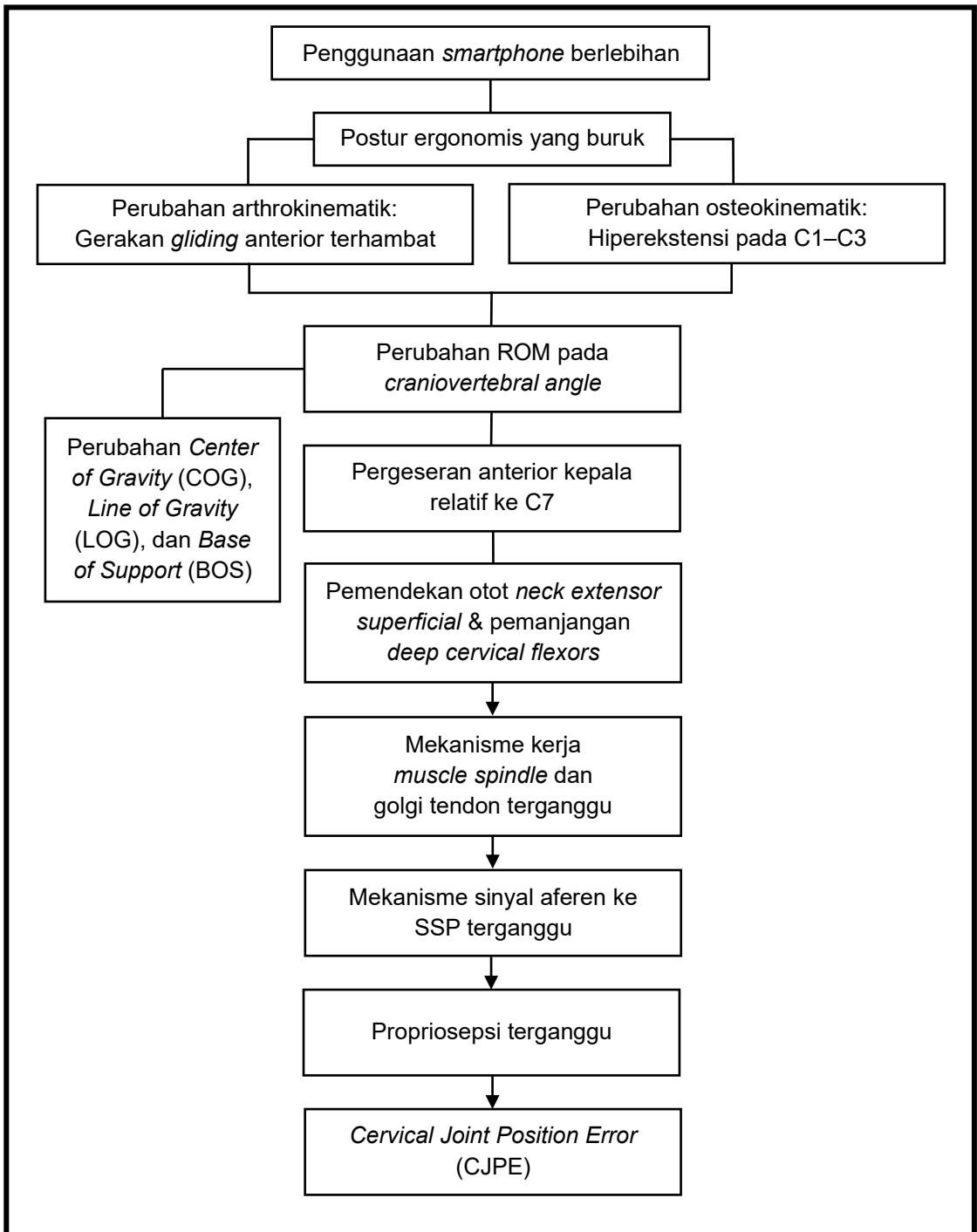
	<i>spondyloarthritis</i> (Ozen et al., 2021)	penurunan akurasi proprioepsi leher pasien <i>axial spondyloarthritis</i> (axSpA) dibandingkan dengan orang sehat.	perempuan) sebagai kontrol.	nyeri, durasi penyakit, mobilitas spinal, dan status fungsional.	Mobilitas spinal: BASMI Status fungsional: BASFI Kualitas Hidup: HAQ-S	signifikan dibandingkan kelompok sehat pada hampir semua gerakan, kecuali lateral fleksi kiri. Pasien yang menggunakan obat biologis memiliki akurasi yang lebih baik pada gerakan ekstensi dan rotasi kiri.	Pengendalian aktivitas penyakit melalui pengobatan yang tepat berpotensi memperbaiki defisit proprioepsi ini.
19.	<i>Decoding the impact of driving postures: Comparing neck pain, mobility, proprioception in car and bike drivers with and without Forward Head Posture</i> (Aafreen et al., 2023)	Pengemudi sering mengalami nyeri leher, namun belum ada studi komparatif yang membedah dampak spesifik FHP terhadap nyeri, mobilitas leher, dan kemampuan proprioepsi antara pengemudi mobil dan pengendara motor.	100 pengemudi (50 mobil, 50 motor) usia 18–65 tahun yang mengemudi minimal 10 jam/minggu.	Nyeri leher, Lingkup Gerak Sendi (LGS/CROM), dan Proprioepsi.	Surgimap (deteksi FHP), <i>Visual Analogue Scale</i> (VAS) untuk nyeri, <i>Cervical Range of Motion</i> (CROM) untuk mobilitas leher, dan <i>Joint Position</i>	Prevalensi FHP lebih tinggi pada pengemudi mobil (70%) dibanding motor (50%). Pengemudi dengan FHP mengalami nyeri yang lebih intens, mobilitas leher yang lebih kaku, dan kesalahan posisi sendi yang lebih besar. Pengemudi	Jenis kendaraan mempengaruhi risiko gangguan leher. Pengemudi mobil lebih rentan terhadap FHP dan dampak negatifnya berupa nyeri serta penurunan fungsi proprioepsi dibandingkan

					<i>Error Test</i> menggunakan <i>laser pointer</i> untuk kemampuan proprioepsi.	mobil dengan FHP adalah kelompok yang paling terdampak.	pengendara motor.
20.	<i>Quantitative measurements of forward head in college-aged students: A conformational study of intra-rater and inter-rater reliability of a novel Posture Measuring Device</i> (Gray et al., 2021)	Pengukuran FHP di praktik klinik seringkali dideskripsikan secara subjektif tanpa pengukuran objektif. Sebenarnya, terdapat alat-alat yang dapat mengukur FHP secara objektif dan reliabel, namun jarang digunakan secara rutin di klinik karena kendala ketersediaan, kepraktisan, atau waktu. Oleh karena itu, diperlukan uji reliabilitas untuk alat ukur baru (<i>Posture</i>	23 subjek mahasiswa.	Reliabilitas pengukuran intra-rater (satu pengukur) dan inter-rater (antar pengukur).	<i>Posture Measuring Device</i> (PMD) alat mekanis sederhana untuk mengukur jarak postural.	Alat PMD menunjukkan reliabilitas intra-rater yang sangat tinggi (ICC 0.822), artinya konsisten jika diukur oleh orang yang sama berulang kali. Namun, reliabilitas antar pengukur (inter-rater) masih inkonsisten.	PMD adalah alat yang andal untuk digunakan oleh satu terapis dalam memantau perkembangan pasien dari waktu ke waktu, namun perlu kalibrasi lebih lanjut jika digunakan oleh terapis yang berbeda-beda.

		<i>Measuring Device/PMD</i>) yang lebih sederhana dan efisien.					
21.	<i>Effectiveness of sensorimotor training on pain, cervical joint position sense, range of motion, balance, and disability in chronic neck pain: A systematic review (Zaidi et al., 2025)</i>	Intervensi latihan sensorimotor (SMT) semakin populer, namun dibutuhkan sintesis bukti terkini yang secara spesifik mengevaluasi efektivitasnya terhadap berbagai parameter klinis pada nyeri leher kronis.	<i>Systematic Review</i> (Tinjauan Sistematis) dari 10 RCT (<i>Randomized Controlled Trials</i>).	Nyeri leher, JPS, CROM, keseimbangan, dan disabilitas.	Intervensi: Latihan sensorimotor (SMT) yang mencakup latihan proprioepsi, kontrol okulomotor, dan keseimbangan .	SMT terbukti secara signifikan mengurangi nyeri, meningkatkan akurasi proprioepsi (JPS), memperbaiki lingkup gerak sendi, serta meningkatkan keseimbangan. Pendekatan multimodal yang menggabungkan ketiga komponen SMT memberikan hasil jangka panjang terbaik (hingga 12 bulan).	SMT adalah intervensi yang sangat efektif dan direkomendasikan sebagai terapi tambahan untuk menangani defisit sensorimotor pada pasien nyeri leher kronis.
22.	<i>Clinical recognition of the role of the cervical spine in signs and</i>	Banyak klinisi kesulitan membedakan apakah gejala pusing atau	<i>Narrative Review / Clinical Perspective</i> (Tinjauan Klinis).	Menjabarkan tes-tes klinis untuk diagnosis banding.	Tes <i>Smooth Pursuit Neck Torsion</i> , Tes JPE, dan tes	Artikel ini merangkum bahwa tanda gangguan sensorimotor <i>cervical</i>	Penggunaan tes klinis yang tepat memungkinkan terapis untuk

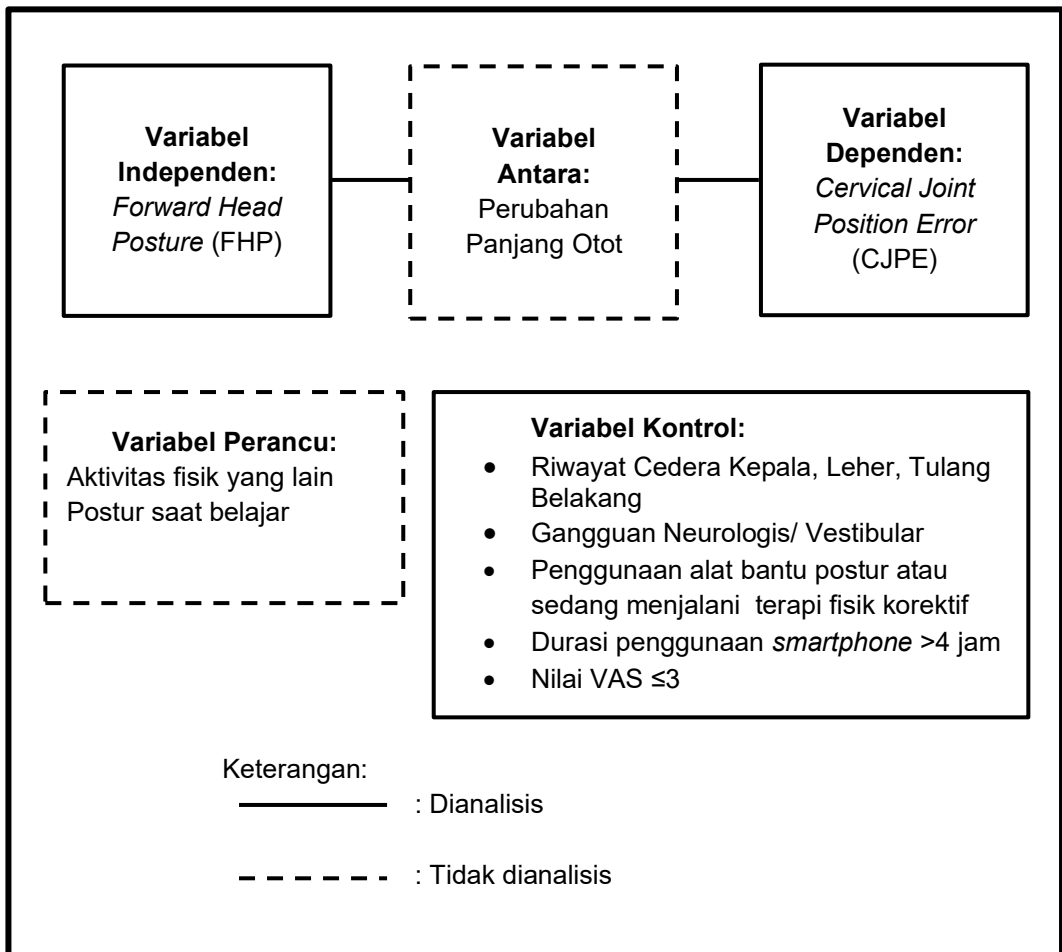
	<i>symptoms of altered sensorimotor control (Treleaven, 2024)</i>	gangguan keseimbangan pasien berasal dari masalah leher (cervical) atau sistem vestibular/visual. Artikel ini mengisi celah mengenai aplikasi klinis dari temuan riset sensorimotor.			diferensiasi Kepala-Leher.	dapat dikenali melalui tes provokasi spesifik yang memisahkan input leher dari input vestibular.	secara akurat mengidentifikasi peran tulang belakang leher pada pasien dengan gejala pusing atau gangguan kontrol gerak, sehingga penanganan bisa lebih terarah.
23.	<i>Cervical spine proprioception and vestibular/oculomotor function: An observational study comparing young adults with and without a concussion history (Smulligan et al., 2024)</i>	Fokus pasca-gegar otak (<i>concussion</i>) biasanya pada fase akut. Belum banyak data mengenai apakah gangguan propriosepsi leher dan fungsi vestibular menetap hingga bertahun-tahun setelah cedera.	42 orang dewasa usia 18–40 tahun dengan riwayat gegar otak (rata-rata 1,4 tahun pasca cedera) dan 46 kontrol tanpa riwayat.	Pusing, fungsi Visio-Vestibular, dan Akurasi Reposisi Kepala (HRA).	<i>Dizziness Handicap Inventory (DHI), Visio-Vestibular Exam (VVE), dan tes JPE/HRA.</i>	Individu dengan riwayat gegar otak memiliki skor akurasi reposisi kepala yang jauh lebih buruk, lebih banyak gejala pada tes visio-vestibular, dan skor pusing yang lebih tinggi dibandingkan kontrol, meskipun cedera sudah lama berlalu.	Gangguan propriosepsi cervical dan sistem vestibular dapat menetap secara kronis pasca-gegar otak. Evaluasi leher wajib dilakukan pada pasien pasca-gegar otak, bahkan bertahun-tahun setelah kejadian.

1.6 Kerangka Teori



Gambar 3. Kerangka Teori

1.7 Kerangka Konsep



Gambar 4. Kerangka Konsep

1.8 Hipotesis

Terdapat hubungan antara *Forward Head Posture* dengan *Cervical Joint Position Error* pada siswa-siswi SMAN 21 Makassar.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif dengan desain deskripsi analitik menggunakan pendekatan *cross-sectional*. Pengambilan subjek pada penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu pemilihan sampel terbatas pada siswa-siswi yang memenuhi kriteria.

2.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMAN 21 Makassar yang beralamat di Jl. Bumi Tamalanrea Permai No.1A, Tamalanrea, Kecamatan Tamalanrea, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90245 pada tanggal 3 – 13 Februari 2026.

2.3 Populasi dan Sampel

2.3.1 Populasi

Populasi pada penelitian ini adalah siswa-siswi SMAN 21 Makassar yang mencakup kelas X, XI, XII yang berjumlah 1296 orang.

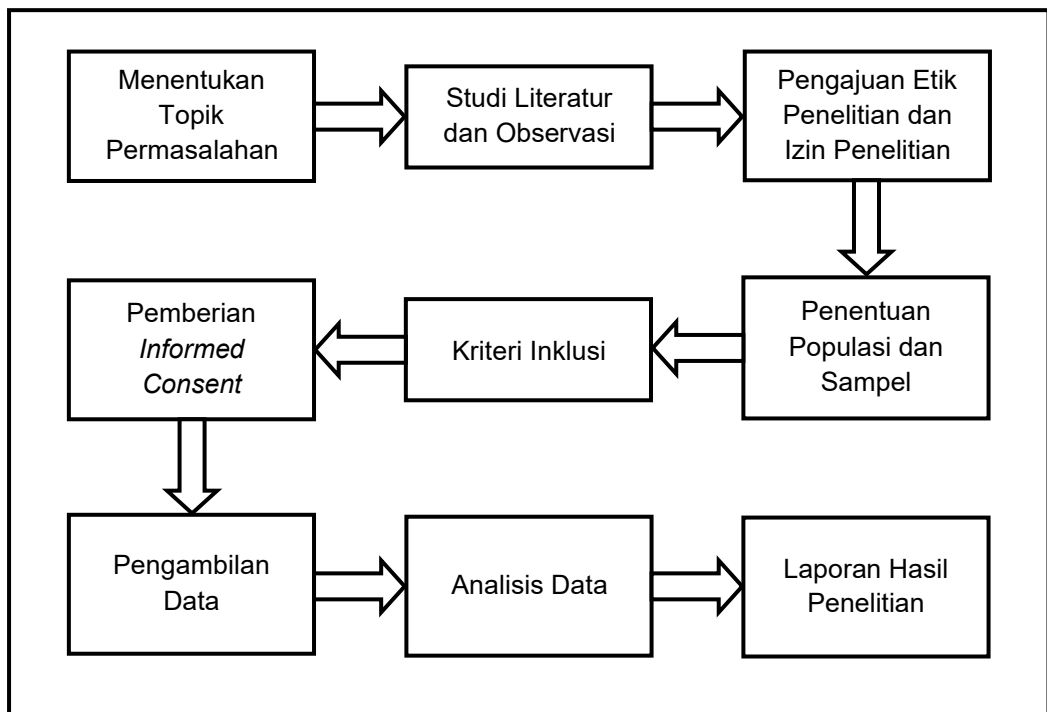
2.3.2 Sampel

Penentuan jumlah sampel dalam penelitian ini dilakukan dengan *software* G*Power. Metode ini digunakan untuk menentukan ukuran sampel dari populasi yang jumlahnya telah diketahui sebanyak 1296 siswa. Uji statistik yang digunakan adalah Chi-Square (*goodness-of-fit*) pada tabel kontingensi dengan derajat kebebasan 1. Dengan asumsi *effect size* sedang ($w = 0,3$), tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$, dan *power* sebesar 0,95, diperoleh jumlah sampel minimal yang dibutuhkan sebanyak 145 subjek. Namun, untuk meningkatkan kekuatan statistik dan memastikan distribusi yang proporsional, jumlah sampel ditetapkan sebanyak 150 subjek. Sampel tersebut dibagi menjadi tiga tingkatan kelas dengan jumlah masing-masing 50 siswa per kelas untuk menjaga keseimbangan dalam setiap strata, tiap tingkatan kelas terdiri atas 25 siswa laki-laki dan 25 siswa perempuan.

Adapun kriteria untuk menentukan sampel adalah sebagai berikut:

- a. Kriteria inklusi
 1. Terdaftar sebagai siswa aktif SMAN 21 Makassar.
 2. Bersedia mengisi *informed consent*.
 3. Bersedia mengikuti prosedur penelitian dan mampu memahami instruksi secara verbal.
 4. Durasi penggunaan *smartphone* >4 jam
 5. Nilai VAS ≤ 3
- b. Kriteria eksklusi
 1. Memiliki riwayat cedera kepala, leher, atau trauma tulang belakang dalam kurun waktu 6 bulan terakhir.
 2. Memiliki gangguan neurologis/vestibular.
 3. Menggunakan alat bantu postur atau sedang menjalani terapi fisik korektif.

2.4 Alur Penelitian



Gambar 5. Alur Penelitian

2.5 Variabel Penelitian

2.5.1 Identifikasi Variabel

Variabel penelitian terdiri dari variabel dependen (variabel bebas) dan variabel independen (variabel terikat), sebagai berikut:

- a. Variabel Dependen: *Cervical Joint Position Error*
- b. Variabel Independen: *Forward Head Posture*

2.5.2 Definisi Operasional

Tabel 2. Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Kriteria	Skala
<i>Forward Head Posture</i> (FHP)	<i>Forward Head Posture</i> (FHP) yaitu perubahan postur kepala yang ditandai dengan proyeksi kepala ke anterior relatif terhadap garis vertikal tubuh.	Aplikasi APECS	Normal: $\geq 50^\circ$ FHP: $< 50^\circ$	Nominal
<i>Cervical Joint Position Error</i> (CJPE)	<i>Cervical Joint Position Error</i> (CJPE) yaitu perbedaan sudut antara posisi netral kepala yang ditetapkan awal dan posisi yang dicapai individu ketika mencoba untuk mereposisi kepala ke netral setelah melakukan gerakan aktif <i>cervical</i> ke arah tertentu (fleksi, ekstensi, serta rotasi kiri dan rotasi kanan), dilakukan dengan mata tertutup sehingga mengeliminasi input visual pada akurasi reposisi.	DEFINEST <i>Laser Pointer</i> <i>Headlamp</i>	Nilai perbedaan jarak antar titik akan diformulasikan dalam rumus sudut <i>cervical joint position sense</i> dengan kriteria: Normal: $\leq 4.5^\circ$ Abnormal: $> 4.5^\circ$	Nominal

2.6 Instrumen Penelitian

Adapun instrumen penelitian yang akan digunakan, antara lain:

- a. Formulir data diri
- b. *Informed consent*
- c. Tripod yang dilengkapi fitur *waterpass*
- d. *Waterpass*
- e. *Laser pointer*
- f. Meteran
- g. Lakban
- h. Penilaian FHP: Aplikasi APECS *Pro Plus*
- i. *Laser pointer headlamp*
- j. Target CJPE tes
- k. Spidol *boardmarker*
- l. Kursi

2.7 Prosedur Pelaksanaan

- a. Persiapan tempat pengukuran
 - 1) Untuk pengukuran FHP pastikan dilakukan di ruangan tertutup untuk menjaga privasi dan kenyamanan subjek.
 - 2) Siapkan alat yang akan digunakan untuk pengukuran, seperti meteran, lakban, tripod, kamera *smartphone*, dan *waterpass*.
 - 3) Gunakan *waterpass* untuk memastikan ruangan yang digunakan memiliki sudut kemiringan 0° .
 - 4) Siapkan laser sebagai acuan agar subjek dapat berdiri lebih stabil dan konsisten. Arahkan laser pada dinding di depan responden (sebaiknya setinggi pandangan mata) sebagai titik fokus pandangan agar subjek dapat berdiri rileks dengan pandangan lurus ke depan.
 - 5) Siapkan dan atur posisi tripod sejauh 150 cm dari sisi lateral subjek berdiri yang sudah dilengkapi dengan fitur *waterpass* dan pasang kamera *smartphone* untuk pengukuran CVA.
 - 6) Buat penanda tempat berdiri subjek menggunakan lakban saat akan melakukan pengukuran agar menghindari perubahan posisi subjek yang akan mempengaruhi hasil.
 - 7) Untuk pengukuran CJPE, pasang target pada dinding tepat di depan subjek.
 - 8) Target dicetak pada kertas F4 dilapisi plastik laminating untuk mempermudah proses penandaan.
 - 9) Penandaan titik laser pada target menggunakan spidol tipe *boardmarker wipe clean round tip*.
 - 10) Letakkan kursi yang memungkinkan posisi duduk menghadap ke pusat target.

- 11) Ukur jarak sejauh 90 cm dari pusat target ke laser pada dahi subjek.
 - 12) Titik pusat target harus disesuaikan agar sejajar dengan titik laser saat subjek berada pada *Neutral Head Position* (NHP).
 - 13) Pastikan lingkungan pengukuran memiliki cahaya redup untuk memastikan bahwa titik laser terlihat jelas pada target, tetapi tidak terlalu gelap sehingga mengganggu kenyamanan subjek.
- b. Memberikan penjelasan kepada subjek terkait tujuan pengukuran yang akan dilakukan.
 - c. Setelah itu, identifikasi sampel berdasarkan kriteria inklusi yang telah ditetapkan oleh peneliti meliputi pertanyaan seperti riwayat cedera kepala/leher dalam 6 bulan terakhir, riwayat gangguan neurologis, riwayat gangguan vestibular, riwayat gangguan postur, durasi penggunaan *smartphone* serta melakukan pemeriksaan nyeri leher/pundak dengan VAS sesuai dengan formulir.
 - d. Sebelum dilakukan pengukuran, subjek mengisi *informed consent* sebagai tanda kesediaan menjadi subjek penelitian.
 - e. Subjek mengisi formulir terkait identitas diri.
 - f. Pengukuran FHP:
 - 1) Subjek diposisikan berdiri rileks di tempat yang telah disediakan dengan pandangan lurus ke depan menghadap ke titik fokus laser.
 - 2) Subjek diinstruksikan untuk melakukan *pre-eliminary dynamic movement* fleksi dan ekstensi *cervical* sebanyak 3 kali repetisi, kemudian memposisikan kepala pada posisi netral.
 - 3) Pastikan C7 dan tragus telinga tidak terhalang apapun dan dapat terlihat dengan jelas di kamera serta bebas dari kacamata apabila subjek menggunakannya.
 - 4) Beri penanda pada bagian *processus spinosus* C7 untuk memudahkan proses pengambilan sudut.
 - 5) Untuk pengukuran CVA menggunakan aplikasi APECS, posisikan tripod agar kamera sejajar antara C7 dan tragus telinga serta pastikan titik acuan berada tepat di bahu subjek untuk menghindari terjadinya bias dalam pengukuran.
 - 6) Setelah didapatkan hasil, kemudian dicatat pada lembar subjek.
 - g. Pengukuran CJPE:
 - 1) Subjek diminta duduk tegak pada kursi, pandangan lurus ke depan sejajar dengan pusat target. *Laser pointer* terpasang nyaman pada kepala pasien tepat di bagian tengah dahi. Posisi ini adalah posisi kepala netral (*Neutral Head Position*/ NHP).
 - 2) Saat subjek menahan posisi netral dengan mata terbuka, titik laser pada target ditandai dengan jelas yang merupakan *target point* yang akan dituju subjek. Instruksikan subjek untuk mengingat posisi kepala tersebut.
 - 3) Selanjutnya, subjek diminta menutup mata untuk mengeliminasi umpan balik visual.

- 4) Instruksikan subjek untuk melakukan gerakan leher aktif fleksi, ekstensi, rotasi ke kiri, dan rotasi ke kanan sejauh *full range of motion* dan menahan posisi tersebut selama 2 detik tiap arah.
- 5) Subjek kemudian diminta untuk menggerakkan kepala kembali ke posisi NHP secara perlahan, kemudian beri tanda titik laser yang ditunjukkan pada target sebagai *Target Head Position/THP*.
- 6) Peneliti mengkonfirmasi apakah subjek yakin posisi tersebut sudah netral. Kemudian subjek diminta membuka mata. Prosedur ini idealnya dilakukan sebanyak 6 kali repetisi untuk setiap arah gerakan (fleksi, ekstensi, rotasi kiri, dan rotasi kanan).
- 7) Jarak antara NHP dan THP diukur dalam sentimeter (cm) pada target.
- 8) CJPE dihitung sebagai jarak linear antara titik tersebut. Kemudian hasil keseluruhan 6 kali repetisi akan dikalkulasikan dan dihitung rata-ratanya.
- 9) Hasil dikonversi menjadi *error sudut* (dalam derajat) menggunakan rumus trigonometri sederhana berdasarkan jarak subjek ke target dan jarak linear yang diukur ($\text{sudut eror} = \tan^{-1}[\text{jarak eror}/90 \text{ cm}]$).

2.8 Rencana Pengelolaan Analisis Data

Data yang diperoleh merupakan data primer hasil pengukuran CVA dan *Cervical Joint Position Error Test*. Setelah pengumpulan data, analisis dilakukan menggunakan analisis univariat dan bivariat. Analisis univariat bertujuan untuk mendeskripsikan karakteristik masing-masing variabel tanpa melihat hubungan antar keduanya, sedangkan uji bivariat bertujuan untuk menganalisis hubungan antara FHP dengan CJPE. Data dianalisis menggunakan program SPSS dengan teknik analisis bivariat dengan uji Chi-Square. Apabila syarat uji Chi-Square tidak terpenuhi maka akan digunakan uji Fisher's Exact.

2.9 Masalah Etika

Persoalan etika merupakan hal yang sangat penting untuk dipertimbangkan selama penelitian. Penelitian harus mendapatkan persetujuan dari institusi terkait serta izin pelaksanaan dari pihak yang berwenang. Untuk menjamin pelaksanaan penelitian yang beretika, beberapa prinsip berikut diterapkan:

a. *Informed Consent* (Lembar Persetujuan)

Sebelum dilakukan pengumpulan data, peneliti memberikan lembar persetujuan kepada subjek. Subjek yang bersedia berpartisipasi diminta untuk menandatangani lembar persetujuan dan apabila subjek menolak maka peneliti tidak akan memaksa kehendak dan wajib menghormati keputusan subjek.

b. *Anonymity* (Tanpa Nama)

Untuk menjaga privasi dan kerahasiaan identitas subjek, maka peneliti tidak akan mencantumkan nama subjek dalam laporan hasil penelitian. Data subjek hanya akan diidentifikasi menggunakan inisial atau kode tertentu guna memastikan bahwa identitas individu tetap terlindungi.

c. *Confidentiality* (Kerahasiaan)

Kerahasiaan informasi yang telah diberikan oleh subjek akan dijamin oleh peneliti dan hanya kelompok data tertentu yang dilaporkan sebagai hasil penelitian.

d. *Ethical Clearance* (Izin Etik)

Penelitian ini dilaksanakan dengan memperhatikan prinsip perlindungan terhadap subjek penelitian melalui penggunaan instrumen yang terstandarisasi dan penerapan kode etik penelitian yang menjunjung tinggi nilai-nilai penghormatan terhadap individu, kebermanfaatan, dan keadilan. Pada penelitian ini, subjek dilindungi dengan menerapkan kode etik penelitian sesuai rekomendasi persetujuan etik dari komisi etik penelitian Fakultas Keperawatan Universitas Hasanuddin. Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Keperawatan Universitas Hasanuddin dengan Nomor Etik: 129/UN4.18.3/TP.01.02/2026.