

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. *Game online*

1. Definisi *Game online*

Game online merupakan aplikasi berbasis teknologi informasi yang bersifat tanpa batas, mencakup unsur *anonimitas*, *multimodalitas* media, serta interaksi secara *real-time* (Handriyantini & Salem, 2025). Pengembang *game online* merancang komunitas virtual di mana para pemain dapat berperan secara bebas, menikmati fitur multimedia yang *interaktif*, dan berkolaborasi dalam menyelesaikan misi bersama pemain lain dari berbagai penjuru dunia (Rini *et al.*, 2020). *Game* ini dapat diakses melalui perangkat komputer, *gawai*, maupun konsol seperti *PlayStation*. Seiring perkembangannya, *game online* tidak lagi sekadar menjadi sarana hiburan, melainkan telah berevolusi menjadi lingkungan virtual yang *imersif*, di mana setiap pemain berperan aktif dalam membangun dunia permainan yang dinamis (Febriany, 2021).

2. *Game* kompetitif

Game kompetitif merupakan salah satu kategori permainan digital yang menekankan aspek persaingan langsung antar pemain secara daring (online), baik dalam bentuk duel individu maupun pertarungan kelompok (Gunawan *et al.*, 2022). Jenis permainan ini menuntut tingkat keterlibatan yang tinggi dari pemain, terutama dalam hal kecepatan reaksi, konsentrasi intensif, dan koordinasi antara sistem visual dan gerak motorik, khususnya koordinasi antara penglihatan dan gerakan tangan (Amirul *et al.*, 2022).

Permainan ini umumnya dilengkapi dengan fitur-fitur yang mendorong pemain untuk terus aktif, seperti sistem peringkat (ranked mode), mode kompetitif multipemain, event musiman, serta reward sistem yang diperbarui secara berkala (Lu, 2024). Fitur-fitur tersebut bertujuan untuk mempertahankan keterlibatan pemain dan menciptakan motivasi bermain yang tinggi dalam jangka panjang (Amirul *et al.*, 2022). Konsekuensinya, pemain terdorong untuk bermain secara berulang dan dalam durasi yang cukup lama, sering kali tanpa memperhatikan prinsip ergonomi dalam penggunaan perangkat (Larasati *et al.*, 2023).

Gameplay dalam *game* kompetitif bersifat cepat, intensif, dan dinamis, yang secara langsung meningkatkan *intensitas* keterlibatan baik secara emosional maupun fisik (Nguyen *et al.*, 2022.). Keterlibatan emosional terlihat dari tekanan mental saat bertanding, dorongan untuk menang, dan rasa puas setelah mencapai peringkat tertentu. Sementara itu, dari sisi fisik, permainan ini menuntut penggunaan jari secara aktif dan berulang khususnya ibu jari dan telunjuk—melalui aktivitas seperti *tapping*, *swiping*, dan *dragging* pada layar sentuh, dengan posisi pergelangan tangan yang *relatif* statis selama bermain.

Beberapa *game* kompetitif berbasis *smartphone* yang populer di kalangan remaja SMA antara lain *Mobile Legends: Bang Bang*, *PUBG Mobile*, *Free Fire*, dan *Call of Duty Mobile* (Rani *et al.*, 2019). *Game-game* tersebut memiliki tempo permainan yang cepat serta desain kontrol yang kompleks, yang memerlukan respons motorik yang tinggi dalam waktu yang berkelanjutan (Wong, 2020). Gerakan berulang tersebut, jika dilakukan

tanpa istirahat dan tidak memperhatikan posisi ergonomis, berpotensi menyebabkan cedera mikrotrauma pada struktur jaringan lunak tangan, terutama nervus medianus di area kanal karpal, sehingga meningkatkan risiko terjadinya *Carpal tunnel syndrome (CTS)* (Toh *et al.*, 2019).

3. Karakteristik Penggunaan *Game online* pada Remaja SMA

Remaja merupakan kelompok usia yang sedang berada dalam tahap perkembangan penting, baik secara fisik, kognitif, maupun emosional. Pada masa ini, ketertarikan terhadap teknologi dan media *digital* sangat tinggi, termasuk dalam penggunaan *game online* (Putri *et al.*, 2022.). Sekolah Menengah Atas (SMA) sebagai jenjang pendidikan menengah atas menjadi salah satu periode di mana penggunaan *game online* meningkat pesat, baik dari segi frekuensi maupun durasi (Djannah *et al.*, 2021). Menurut data dari Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII) tahun 2023, sebanyak 98,2% remaja usia 13–18 tahun di Indonesia telah terkoneksi dengan internet (Lavinda, 2023). Kelompok usia ini merupakan pengguna internet dengan *penetrasi* tertinggi dibanding kelompok usia lainnya (Furqon *et al.*, 2025). Salah satu aktivitas yang dominan di kalangan remaja adalah bermain *game online* melalui *smartphone*, seiring dengan tingginya akses dan penggunaan gawai secara intensif di kalangan pelajar (Barseli & Sriwahyuningsih, 2023). Remaja memainkan *game* tidak hanya sebagai bentuk hiburan, tetapi juga sebagai sarana bersosialisasi, mengekspresikan diri, dan mencari tantangan atau kompetisi (Toh *et al.*, 2019). Beberapa karakteristik penggunaan *game online* pada remaja SMA dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Durasi Bermain

Durasi waktu bermain *game online* pada remaja sangat bervariasi, tergantung pada akses, minat, dan pengaruh lingkungan sekitar. Penelitian oleh Pramandani dan Wirawan (2021) menunjukkan bahwa sebagian besar remaja SMA di Denpasar bermain *game online* selama 2 hingga 6 jam per hari, dengan 31,43% di antaranya mengalami gejala kelelahan tangan. Durasi yang panjang cenderung ditemukan pada remaja laki-laki, terutama pada akhir pekan atau saat libur sekolah.

b. Frekuensi Bermain

Frekuensi bermain mengacu pada seberapa sering seseorang terlibat dalam aktivitas bermain *game* dalam satu minggu. Banyak remaja memainkan *game* secara harian, bahkan beberapa kali dalam sehari. Daffa Yafizahran (2022) menemukan bahwa remaja dengan frekuensi bermain lebih dari 5 kali per minggu menunjukkan tingkat keterikatan (*engagement*) yang lebih tinggi terhadap *game*, terutama pada *game* kompetitif berbasis tim.

c. Perangkat yang Digunakan

Mayoritas remaja SMA menggunakan *smartphone* sebagai perangkat utama untuk bermain *game* (Dananjaya *et al.*, 2022). Hal ini disebabkan oleh kemudahan akses, fleksibilitas waktu, dan keberagaman pilihan *game* yang tersedia secara gratis melalui platform seperti *Google Play* dan *App Store*. Dibandingkan dengan *PC* atau *konsol*, *smartphone* memungkinkan remaja bermain di berbagai lokasi tanpa batasan tempat (Yohana *et al.*, 2018.).

d. Jenis *Game* yang Diminati

Jenis *game* yang banyak dimainkan oleh remaja SMA meliputi *game* kompetitif berbasis tim (*Mobile Legends, Free Fire, PUBG Mobile*), serta *game* kasual seperti *Subway Surfers* dan *Among Us*. Preferensi jenis *game* umumnya dipengaruhi oleh teman sebaya, tren media sosial, dan popularitas *game* di komunitas tertentu.

e. Tujuan Bermain

Tujuan bermain *game* pada remaja tidak hanya sekadar mengisi waktu luang, tetapi juga untuk mengurangi stres, meningkatkan suasana hati, mempererat hubungan sosial, serta memperoleh pengakuan atau prestasi *digital*. Sebagian remaja juga menjadikan *game* sebagai sarana pengembangan keterampilan strategi, kerja tim, dan refleksi.

f. Pola Interaksi Sosial dalam *Game*

Game online sering kali menyediakan fitur interaksi seperti chat, voice call, dan kerja sama tim. Hal ini membuat remaja tidak hanya bermain secara individual, tetapi juga membentuk komunitas, bergabung dalam guild atau clan, dan menjalin komunikasi secara intens dengan sesama pemain (Ayu Megawaty *et al.*, 2020.). Pola interaksi sosial dalam *game* dapat berdampak pada identitas sosial dan kepercayaan diri remaja (Muhazir *et al.*, 2023).

4. Penggunaan *Smartphone* sebagai Media *Game*

Perkembangan teknologi komunikasi telah membawa perubahan besar dalam cara remaja mengakses hiburan *digital*, termasuk bermain *game* (Djannah *et al.*, 2021). Di antara berbagai perangkat yang tersedia,

smartphone menjadi media paling dominan yang digunakan oleh remaja untuk bermain *game online*. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti kemudahan akses, fleksibilitas penggunaan, serta kelengkapan fitur yang memungkinkan *game* dimainkan kapan saja dan di mana saja.

Smartphone modern didukung oleh sistem operasi dan perangkat keras yang mampu menjalankan berbagai jenis *game* dengan kualitas grafis tinggi, baik dari genre kasual hingga kompetitif (Shim, 2012). Selain itu, keberadaan jaringan internet cepat serta toko aplikasi seperti *Google Play Store* dan *App Store* memudahkan pengguna, khususnya remaja, dalam mengunduh dan memainkan *game* favorit mereka. Berdasarkan laporan dari *We Are Social* dan *Hootsuite* (2024), sekitar 83,2% pengguna internet di Indonesia menggunakan *smartphone* untuk bermain *game*, dan angka ini menunjukkan dominasi *smartphone* sebagai *platform* utama dalam ekosistem permainan *digital*.

Remaja SMA merupakan kelompok yang paling aktif dalam menggunakan *smartphone* untuk bermain *game*, seiring dengan fase perkembangan psikososial yang ditandai dengan kebutuhan eksplorasi, pencarian identitas, dan pengaruh lingkungan sosial (Rini *et al.*, 2020). *Game mobile* populer seperti *Mobile Legends*, *PUBG Mobile*, *Free Fire*, dan *Genshin Impact* menjadi pilihan utama karena menawarkan pengalaman bermain yang kompetitif, sosial, dan menantang. Selain itu, *game* kasual seperti *Subway Surfers*, *Tetris*, dan *Candy Crush* juga tetap diminati karena dapat dimainkan dalam waktu singkat tanpa tekanan. Penggunaan *smartphone* sebagai media *game* tidak hanya terjadi di rumah, tetapi juga di

sekolah, transportasi umum, hingga tempat-tempat umum lainnya. Hal ini menjadikan frekuensi interaksi dengan perangkat menjadi lebih tinggi dibandingkan penggunaan media *game* lain seperti konsol atau komputer.

Studi oleh Nugroho dan Rahmawati (2023) menunjukkan bahwa mayoritas remaja SMA di Jawa Timur menghabiskan waktu 3 hingga 6 jam per hari untuk bermain *game* melalui *smartphone*, dengan puncak durasi penggunaan terjadi pada sore dan malam hari. Meskipun *smartphone* menawarkan fleksibilitas yang tinggi, penggunaannya dalam konteks bermain *game* sering kali menimbulkan risiko ergonomis, terutama ketika dilakukan dalam jangka waktu lama tanpa jeda. Posisi duduk yang tidak ergonomis, gerakan tangan yang berulang, serta penggunaan ibu jari secara intens dapat menimbulkan ketegangan otot dan kelelahan. Oleh karena itu, penting untuk memahami pola penggunaan *smartphone* sebagai media *game*, terutama dalam kaitannya dengan kesehatan fisik dan perilaku sedentari pada remaja.

B. Durasi dan Frekuensi Bermain *Game*

1. Durasi bermain *game*

Lama waktu mengacu pada durasi yang dihabiskan individu dalam bermain *game online* per harinya. Durasi ini berpengaruh terhadap cara individu memprioritaskan aktivitas, terutama bila waktu bermain melebihi 3 jam per hari.

Ketika bermain *game online* dengan waktu lebih dari 3 jam perhari, hal ini akan membuat seseorang menganggap bahwa *game online* lebih penting daripada hal yang lain, seperti aktivitas belajar. Menurut penelitian

Surbakti (2017), kategori durasi untuk bermain *game online* maksimal dalam waktu singkat yaitu 1-2 jam/hari atau sekitar 10% waktu yang digunakan untuk bermain *game online* dalam sehari dan akan berdampak buruk jika remaja bermain *game online* dalam waktu lama yaitu lebih sama dengan 3 jam sampai menghabiskan waktu sekitar 25% atau 50% dalam sehari.

2. Frekuensi bermain *game*

Frekuensi merujuk pada seberapa sering individu memainkan *game online* dalam satu periode waktu. Frekuensi yang tinggi, seperti bermain 4–5 kali dalam seminggu, berpotensi mengurangi keterlibatan individu dalam aktivitas lain, termasuk aktivitas belajar, sehingga dapat menghambat perolehan pengetahuan baru. Berdasarkan penelitian Made (2021), Kadang-kadang dan Sering. Frekuensi berdasarkan Kadang-kadang yaitu seseorang bermain *game online* sebanyak 1-2x perminggu dan Sering yaitu seseorang bermain *game online* sebanyak 3-8x perminggu.

C. *Carpal tunnel syndrome*

1. Definisi *Carpal tunnel syndrome*

Carpal tunnel syndrome (CTS) merupakan salah satu gangguan muskuloskeletal perifer yang paling umum terjadi, terutama akibat kompresi pada saraf medianus saat melintasi terowongan karpal (*carpal tunnel*) di pergelangan tangan (Huntley & Shannon, 1988). CTS ditandai oleh gejala seperti nyeri, kesemutan, rasa baal, dan kelemahan otot di daerah tangan dan jari, khususnya ibu jari, telunjuk, jari tengah, dan setengah dari jari manis (Osiak *et al.*, 2022) Menurut *National Institute of Neurological Disorders*

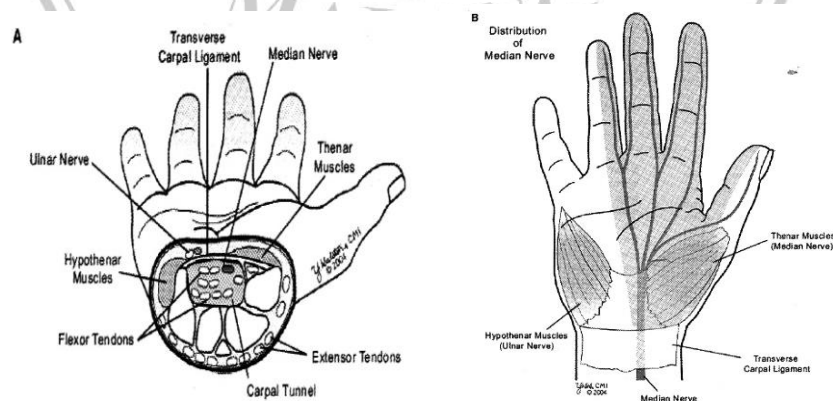
and Stroke (NINDS), *CTS* terjadi ketika terdapat peningkatan tekanan di dalam terowongan karpal yang mengakibatkan iskemia pada saraf medianus, sehingga mengganggu fungsi sensorik dan motorik (Padua *et al.*, 2023). Faktor penyebabnya dapat meliputi gerakan tangan *repetitif*, penggunaan alat secara berulang dalam waktu lama, posisi pergelangan yang tidak ergonomis, serta penyakit sistemik seperti *Diabetes Mellitus* dan obesitas (Fitriani, 2015).

CTS juga diklasifikasikan sebagai gangguan akibat kerja yang berhubungan dengan penggunaan komputer, *smartphone*, atau perangkat elektronik lainnya secara intensif. Dalam studi yang dilakukan oleh Berhimpon *et al.*, (2023), *CTS* banyak ditemukan pada individu yang menggunakan perangkat *digital* dalam durasi panjang dengan posisi statis yang tidak ergonomis, yang berkontribusi terhadap tekanan biomekanik pada struktur pergelangan tangan. Secara biomekanik, *CTS* melibatkan peningkatan tekanan dalam ruang *carpal tunnel* akibat aktivitas atau posisi yang menyebabkan fleksor *tendon* membesar atau membengkak. Aktivitas seperti mengetik, bermain *game* di *smartphone*, atau menggenggam secara terus-menerus dapat meningkatkan risiko iritasi dan inflamasi jaringan sekitarnya (Berhimpon *et al.*, 2023). Dengan meningkatnya penggunaan teknologi *digital*, terutama di kalangan remaja, *CTS* kini tidak hanya dialami oleh pekerja manual atau usia lanjut, tetapi juga menjadi masalah kesehatan yang potensial pada kelompok usia muda yang memiliki kebiasaan bermain *game online* dalam durasi lama (Al Shahrani *et al.*, 2019).

1. Anatomi dan fisiologi *carpal tunnel syndrome*

Terowongan karpal (*carpal tunnel*) merupakan struktur anatomi sempit yang terletak di pergelangan tangan, berbentuk seperti lorong sempit yang dibentuk oleh tulang-tulang karpal pada dasar dan sisi lorong, serta dibatasi oleh *ligamentum transversum carpi* (*flexor retinaculum*) di bagian atas (Salawati & Syahrul, 2014). Di dalam terowongan ini terdapat sembilan *tendon* fleksor dan satu saraf utama, yaitu *nervus medianus*, yang bertanggung jawab atas fungsi sensorik dan motorik sebagian besar tangan (Paz, 2023)

Nervus medianus merupakan salah satu dari tiga saraf utama pada lengan bawah yang melewati terowongan karpal. Saraf ini menginervasi otot-otot *tenar* (termasuk *abductor pollicis brevis*, *opponens pollicis*, dan *flexor pollicis brevis*) serta memberikan sensasi pada permukaan *palmar* ibu jari, telunjuk, jari tengah, dan separuh jari manis (Davies, 2020). Oleh karena itu, gangguan pada struktur terowongan karpal dapat langsung berdampak pada kemampuan menggenggam, gerakan halus, dan persepsi sensorik jari-jari tersebut (Justin *et al.*, 2023).



Gambar 2.1 *Nervus medianus* (a) anatomi terowongan karpal (b) *Distribusi sensorik* (Davis, 2005)

Secara fisiologis, ruang di dalam terowongan karpal memiliki tekanan rendah dalam keadaan normal. Namun, ketika terjadi inflamasi, hipertrofi *tendon*, atau tekanan dari luar (misalnya karena postur tangan tidak ergonomis, atau penggunaan berlebihan saat bermain *game*), maka tekanan di dalam terowongan meningkat secara signifikan (Rahman *et al.*, 2020). Tekanan yang berlebih ini akan menekan nervus medianus dan mengganggu konduksi impuls saraf, sehingga menimbulkan gejala *Carpal tunnel syndrome* (Fraser, 2017)

Dalam biomekanik menunjukkan bahwa gerakan tangan berulang-ulang, terutama gerakan fleksi dan ekstensi pergelangan tangan yang dilakukan terus menerus tanpa jeda, akan menyebabkan gesekan dan pembengkakan jaringan di sekitar *tendon*. Hal ini mempersempit ruang terowongan karpal dan menyebabkan kompresi saraf (Untajana *et al.*, 2022). Terowongan karpal juga menjadi lebih rentan terhadap tekanan pada posisi netral yang berubah menjadi fleksi atau ekstensi ekstrem, kondisi yang sering terjadi saat bermain *game* menggunakan *smartphone*.

3. Patofisiologi dan patomekanika *carpal tunnel syndrome*

a. Patofisiologi

Patofisiologi *CTS* diawali dengan peningkatan tekanan intrakanal pada terowongan karpal yang mengganggu mikrosirkulasi nervus medianus. Dalam kondisi normal, tekanan kanal berkisar 2-10 mmHg saat istirahat. Namun, pada penderita *CTS*, tekanan ini dapat meningkat hingga lebih dari 30 mmHg, terutama saat pergelangan dalam posisi fleksi atau ekstensi

ekstrem (Aboonq, 2015). Tekanan ini menghambat aliran darah endoneural sehingga memicu iskemia lokal dan disfungsi aksonal.

Proses inflamasi dan pembengkakan *tendon* fleksor akibat aktivitas *repetitif*, posisi tangan yang tidak ergonomis, atau trauma mikro kronis, berperan dalam mempersempit terowongan (Guna *et al.*, 2014.). Hal ini menyebabkan *demyelinisasi segmental* pada *nervus medianus* yang menghambat transmisi impuls saraf. Dalam kasus lanjut, dapat terjadi kerusakan aksonal dan atrofi otot yang diinervasi (Kurniawati *et al.*, 2023).

b. Patomekanika

Dari sudut pandang biomekanik, gerakan berulang seperti fleksi dan ekstensi pergelangan tangan, terutama dalam postur yang ekstrem dan tidak ergonomis, meningkatkan *friksi* antara *tendon* fleksor dan dinding terowongan karpal. Hal ini memperbesar tekanan mekanis pada *nervus medianus* (Sadu *et al.*, 2021).

Selain itu, penggunaan *smartphone* dalam durasi panjang tanpa jeda, khususnya dalam posisi statis dan gaya mencengkeram (*gripping*), menyebabkan otot-otot fleksor bekerja terus menerus tanpa relaksasi. Aktivitas ini meningkatkan ketegangan *tendon* dan dapat menyebabkan hipertrofi atau penebalan selubung *tendon* (tenosynovitis), yang pada akhirnya mempersempit ruang dalam terowongan karpal (Prasetyo *et al.*, 2021).

4. Gejala *carpal tunnel syndrome*

Gejala yang paling sering ditemukan pada penderita *Carpal tunnel syndrome* (CTS) adalah kesemutan, mati rasa, kelemahan, atau rasa nyeri yang terasa di jari-jari tangan maupun telapak tangan (walaupun lebih jarang). Lokasi gejala paling umum biasanya berada pada area yang dilalui oleh saraf medianus, yakni ibu jari, jari telunjuk, jari tengah, dan sebagian jari manis (Azizid, 2011). Rambe (2004) menambahkan bahwa pada tahap awal, keluhan umumnya bersifat sensorik seperti parestesia, dan gangguan motorik hanya muncul dalam keadaan yang sudah lanjut. Keluhan awal sering digambarkan sebagai rasa kesemutan, sensasi seperti aliran listrik (*tingling*), atau mati rasa (*numbness*), terutama pada jari-jari yang dipersarafi oleh cabang radial dari nervus medianus. Meskipun kadang-kadang gejala menyebar ke seluruh jari, keluhan biasanya paling dominan dirasakan pada malam hari. Gejala lainnya meliputi nyeri pada tangan yang makin parah saat malam hingga mengganggu tidur penderita.

Menurut Djajadibroto (1999) dalam kutipan Rusdi (2007), beberapa gejala CTS di antaranya meliputi:

- a) Munculnya rasa nyeri, kesemutan, atau kelemahan pada jari-jari, terutama sesuai dengan distribusi distal dari nervus medianus.
- b) Gejala yang semakin memburuk pada malam hari atau setelah pergelangan tangan mengalami fleksi berkepanjangan, seperti pada pengemudi kendaraan.
- c) Penurunan atau hilangnya sensitivitas raba di sisi medial tangan.
- d) Lemahnya otot tangan kecil akibat atrofi otot tenar.

- e) Hubungan gejala dengan aktivitas kerja, seperti posisi tangan yang tidak ergonomis, tekanan berulang, dan getaran, yang memperberat keluhan.
- f) Gejala dapat mereda setelah istirahat dari aktivitas yang membebani pergelangan tangan.

5. Klasifikasi *carpal tunnel syndrome*

Menurut Ashworth, (2010) *Carpal tunnel syndrome* dapat diklasifikasikan berdasarkan tingkat keparahannya menjadi tiga kategori, yaitu ringan, sedang, dan berat.

a. Tingkat 1 – Ringan (*mild*)

CTS ringan ditandai dengan keluhan sensorik seperti rasa kesemutan atau nyeri ringan tanpa disertai gangguan motorik yang signifikan.

Hasil pemeriksaan elektrofisiologis biasanya menunjukkan kelainan ringan. Gejala dapat membaik dengan tindakan konservatif seperti istirahat atau pijat.

b. Tingkat 2 – Sedang (*moderate*)

Pada tahap ini, *CTS* melibatkan gejala sensorik dan motorik. Gejala menjadi lebih intens, dan hasil pemeriksaan ortopedi maupun neurologis menunjukkan tanda-tanda adanya kerusakan saraf yang lebih serius.

c. Tingkat 3 – Berat (*severe*)

CTS berat ditandai dengan penurunan sensasi yang parah, nyeri yang bersifat terus-menerus, dan adanya kerusakan saraf yang menetap.

Pada tahap ini, intervensi bedah atau imobilisasi total sering kali menjadi pilihan pengobatan yang disarankan oleh tenaga medis.

6. Faktor yang mempengaruhi terjadinya *carpal tunnel syndrome*

Carpal tunnel syndrome (CTS) merupakan gangguan neuropati akibat kompresi saraf medianus di pergelangan tangan. Terjadinya *CTS* tidak hanya dipengaruhi oleh faktor biomekanik, namun juga oleh berbagai faktor internal dan eksternal yang dapat meningkatkan risiko tekanan pada terowongan karpal (Salawati & Syahrul, 2022). Pemahaman terhadap faktor-faktor ini sangat penting dalam upaya pencegahan dan intervensi dini, terutama di kalangan remaja yang terpapar aktivitas berulang seperti penggunaan *smartphone* dan bermain *game online*.

a. Lama durasi dan frekuensi suatu kerjaan

Aktivitas berulang seperti mengetuk dan menggeser layar *smartphone* saat bermain *game* dapat menyebabkan ketegangan pada otot dan *tendon* tangan. Bila dilakukan dalam durasi dan frekuensi yang tinggi, aktivitas ini berpotensi menimbulkan tekanan pada nervus medianus, sehingga meningkatkan risiko terjadinya *Carpal tunnel syndrome (CTS)*. Kontraksi otot yang berlangsung terus-menerus dengan *intensitas* di atas ambang fisiologis dapat menyebabkan perubahan bentuk dan tekanan jaringan di area terowongan karpal. Penelitian oleh Daffa & Yafizahran (2023) menunjukkan bahwa remaja yang bermain *game online* melalui *smartphone* lebih dari lima jam per hari memiliki tingkat keluhan *CTS* yang lebih tinggi dibandingkan dengan mereka yang bermain kurang dari dua jam per hari.

b. Jenis Kelamin

Wanita secara anatomis memiliki ukuran terowongan karpal lebih kecil, membuat mereka lebih rentan secara struktural terhadap *CTS*. Namun, pada

remaja, laki-laki cenderung lebih berisiko secara perilaku karena sering bermain *game* dalam durasi lama dan *intensitas* tinggi, yang menyebabkan tekanan biomekanik berulang pada pergelangan tangan dan jari (Batdorf *et al.*, 2015).

c. Usia

Remaja berada pada fase pertumbuhan sistem muskuloskeletal. Paparan biomekanik yang berlebihan saat bermain *game* dapat menyebabkan cedera mikro berulang, inflamasi, dan perubahan anatomi di area terowongan karpal. Penelitian Batdorf *et al.*, (2015) menyatakan bahwa paparan biomekanik yang intens di masa remaja berpotensi menimbulkan gangguan fungsional jangka panjang.

d. Index massa tubuh

Obesitas meningkatkan risiko *CTS* hingga 2,5 kali lipat. Hal ini disebabkan oleh peningkatan volume darah dan tekanan vena pada area karpal, yang memperbesar risiko kompresi nervus medianus. Penelitian menunjukkan bahwa setiap kenaikan nilai IMT sebesar 8% meningkatkan risiko *CTS* secara signifikan (Werner *et al.*, 1994)

e. Riwayat penyakit

Beberapa kondisi medis yang dapat meningkatkan risiko *CTS* antara lain:

1) *Diabetes Mellitus*

Individu dengan riwayat *Diabetes Mellitus* memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami gangguan saraf perifer, termasuk *CTS*. Hiperglikemia kronis yang tidak terkontrol dapat menyebabkan kerusakan mikrovaskular pada saraf, yang dikenal sebagai neuropati

diabetik. Selain itu, adanya akumulasi produk akhir glikasi (*advanced glycation end-produCTS*) dapat memperkeras jaringan ikat di sekitar kanal karpal, sehingga mempersempit ruang dan menekan saraf medianus (Sanjari *et al.*, 2024). Remaja yang telah terdiagnosis dengan diabetes tipe 1 atau memiliki risiko metabolik sejak dini juga perlu diperhatikan.

2) *Fraktur / cedera pergelangan tangan*

Riwayat *Fraktur radius distal* atau trauma pada area pergelangan tangan dapat menyebabkan perubahan anatomi atau pembentukan jaringan parut di sekitar terowongan karpal. Hal ini dapat mempersempit kanal karpal secara mekanik dan menyebabkan kompresi terhadap saraf medianus. Risiko ini dapat bertahan dalam jangka panjang, terutama jika proses penyembuhan tidak berlangsung secara optimal (Ding *et al.*, 2020).

3) *Arthritis (osteoarthritis / rheumatoid arthritis)*

Pada *rheumatoid Arthritis*, peradangan sinovial yang kronis di sendi pergelangan tangan dapat menyebabkan penebalan jaringan sinovial, pembengkakan *tendon* fleksor, serta peningkatan tekanan intrakanal yang signifikan. Sementara itu, osteoarthritis dapat menyebabkan pembentukan osteofit (bone spur) yang juga mempersempit terowongan karpal. Kedua bentuk *Arthritis* ini meningkatkan kemungkinan kompresi saraf medianus, terutama ketika disertai aktivitas tangan yang *repetitif* seperti bermain *game* (Geoghegan *et al.*, 2004)