

BAB II

KAJIAN TEORI DAN KERANGKA PEMIKIRAN

A. Kajian Teori

1. Belajar dan Pembelajaran

Proses perkembangan manusia sangat dipengaruhi oleh kegiatan belajar, terutama dalam pembentukan kepribadian dan perubahan perilaku. Belajar diartikan sebagai aktivitas yang bertujuan mengubah perilaku seseorang ke arah yang positif baik dari aspek psikis maupun fisik (M. A. Setiawan, 2017). Hal tersebut sejalan dengan pendapat Surya (1997) yang menyatakan bahwa belajar merupakan suatu proses pengalaman individu dalam berinteraksi dengan lingkungannya, sehingga memperoleh perubahan tingkah laku secara keseluruhan (Rusman dkk, 2011, hal. 7). Perubahan tingkah laku dalam kegiatan belajar, merupakan tingkah laku yang mengarah ke arah yang lebih baik. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Sanjaya Wina *dalam* M. A. Setiawan (2017) bahwa belajar merupakan aktivitas seseorang yang melibatkan interaksi dengan lingkungannya, sehingga menghasilkan sebuah perubahan tingkah laku ke arah yang lebih positif baik dalam aspek pengetahuan, sikap, maupun psikomotor.

Belajar juga dapat didefinisikan sebagai perilaku yang mengarahkan pada aktivitas secara psikologi seperti kegiatan berfikir memahami, menyimpulkan, menyimak, menelaah, membandingkan, membedakan, mengungkapkan, serta menganalisis, maupun kegiatan fisiologis seperti penerapan, percobaan, serta menghasilkan suatu produk (Rusman dkk., 2011). Berdasarkan pengertian tersebut belajar dapat diartikan sebagai proses interaksi seseorang dengan lingkungan yang akhirnya membuat suatu pengalaman hidup. Hal tersebut juga sejalan dengan pendapat Gage *dalam* Sutiah (2016) yang menyatakan bahwa belajar merupakan hasil pengalaman seseorang yang menyebabkan adanya perubahan tingkah laku. Jika ditinjau dari segi proses belajar juga memiliki maksud yang tujuan tertentu. Berdasarkan uraian pengertian belajar menurut beberapa ahli maka dapat disimpulkan bahwa belajar merupakan suatu kegiatan yang menyebabkan adanya perubahan tingkah laku seseorang ke arah kemajuan yang lebih baik atau bersifat positif, sebagai hasil dari pengalaman seseorang saat berinteraksi dengan

lingkungannya, perubahan tingkah laku tersebut dapat terjadi baik dari aspek kognitif, afektif, maupun psikomotor.

Belajar merupakan suatu kegiatan yang seringkali diartikan dengan kegiatan yang umum dilakukan sehari-hari. Namun faktanya kegiatan belajar merupakan kegiatan yang mempunyai ciri yang spesifik serta terencana dan terstruktur, sehingga mempunyai unsur-unsur yang terdiri atas beberapa komponen (Haryanto, 2004 *dalam* Setiawan, 2017):

a. Tujuan Belajar

Merupakan suatu proses membuat makna dalam proses belajar itu sendiri melalui proses melihat, mendengar, dan mengalami proses belajar.

b. Proses Belajar

Merupakan sebuah proses dalam membangun yang berlangsung secara berkelanjutan, jika peserta didik dihadapkan pada sesuatu hal yang baru, maka guru menuntun peserta didik dalam membangun pengetahuan tersebut sehingga menciptakan pemahaman menurut dirinya sendiri

c. Hasil Belajar

Merupakan suatu hasil belajar yang terbentuk atas pemahaman peserta didik itu sendiri, berdasarkan hasil pengalaman belajar sebagai hasil interaksi dengan lingkungannya.

Kegiatan belajar terutama di sekolah tidak dapat lepas dari istilah pembelajaran. Pembelajaran merupakan suatu sistem yang terdiri atas komponen-komponen yang saling berinteraksi satu sama lain. Komponen-komponen tersebut antara lain tujuan, materi, metode dan evaluasi. Komponen tersebut harus menjadi perhatian bagi guru dalam menentukan strategi pembelajaran yang sesuai bagi peserta didik agar tujuan pembelajaran dapat tercapai (Rusman dkk, 2011, hal.42). Pembelajaran juga dapat diartikan dengan proses menciptakan lingkungan belajar yang dapat menunjang peserta didik untuk belajar. Proses membentuk lingkungan belajar yang sesuai tidak lepas dari komponen yang harus dipenuhi dalam proses pembelajaran. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Hamalik (2003) *dalam* Rusman dkk (2011) yang mengatakan bahwa pembelajaran merupakan suatu kombinasi yang saling mempengaruhi dalam mencapai tujuan pembelajaran, komponen-komponen yang berkaitan terdiri atas manusia, material, fasilitas, perlengkapan dan prosedur.

Berdasarkan pengetahuan tersebut dapat dipahami bahwa dalam komponen-komponen pembelajaran harus adanya interaksi yang merupakan ciri dari pembelajaran. Oleh karena itu masing-masing komponen pembelajaran saling berkaitan dan saling mempengaruhi. Pengertian pembelajaran tersebut sejalan dengan pendapat Trianto (2011) *dalam* Sutiah (2016) yang menyatakan bahwa pembelajaran merupakan bentuk komunikasi 2 arah antara guru dan peserta didik, guru mengarahkan peserta didik agar fokus pada sumber belajar sehingga dapat mencapai tujuan yang diharapkan. Hal tersebut juga sejalan dengan pengertian pembelajaran yang dikemukakan oleh Susanto (2014) *dalam* Setiawan (2017) yang menjelaskan bahwa pembelajaran merupakan suatu bentuk 2 aktivitas yang melibatkan proses belajar dan mengajar. Kegiatan belajar merupakan kegiatan yang bersifat lebih dominan karena pembelajaran berpusat pada peserta didik, sedangkan kegiatan mengajar dilakukan oleh guru yang sebatas hanya memfasilitasi dan menuntun peserta didik dalam membangun pengetahuan. Dengan kata lain pembelajaran merupakan pengertian dari 2 aktivitas yang disederhanakan yaitu belajar dan mengajar. Berdasarkan pengertian pembelajaran menurut para ahli dapat disimpulkan bahwa pembelajaran merupakan suatu kegiatan yang berbentuk sistem terdiri atas beberapa komponen yang saling berinteraksi satu sama lain membentuk lingkungan belajar. Selain itu, pembelajaran melibatkan 2 aktivitas yaitu belajar dan mengajar.

2. Kemampuan Analisis

Kemampuan analisis penting dimiliki oleh peserta didik pada pembelajaran terutama pembelajaran abad 21 (Rosdiana *et al .*, 2017). Kemampuan analisis merupakan kemampuan dalam memecahkan permasalahan dalam pembelajaran. Permasalahan dalam pembelajaran tersebut diuraikan kepada unsur-unsur dan menentukan keterkaitan unsur dan struktur keseluruhan (Winarti, 2015). Hal tersebut sejalan dengan pengetahuan berfikir analisis merupakan kemampuan dalam menentukan hubungan antara pernyataan, konsep, gambar, bentuk sebagai analogi yang bertujuan dalam mendefinisikan suatu informasi (A. Setiawan, 2017). Kemampuan berfikir analisis yang tinggi membuat peserta didik lebih paham secara mendalam mengenai konsep materi yang merupakan bagian dari berfikir kritis (Politsinsky *et al .*, 2015 *dalam* Mukti *et al .*, 2020). Salah satu indikator kemampuan

berfikir kritis adalah kemampuan analisis yang merupakan mengidentifikasi dan menelusuri hubungan antara pernyataan, fakta data, konsep dan dapat menyimpulkannya (Husada, 2019). Peserta didik yang mempunyai kemampuan analisis yang tinggi cenderung memiliki rasa ingin tahu yang besar dan pemikiran logis serta mencoba memecahkan masalah dengan bertanya atau menemukan solusi (Durotulaila *et al.* , 2014 *dalam* Mukti *et al.* , 2020).

Dalam kegiatan pembelajaran di sekolah kemampuan analisis merupakan kemampuan yang banyak dituntut dalam tujuan pembelajaran, dan merupakan kemampuan yang penting dibandingkan dengan tingkat kognitif lainnya (Anderson & Krathwohl, 2015). Selain itu kemampuan analisis penting dimiliki oleh peserta didik dalam meningkatkan hasil belajar (Novita *et al.* , 2016) Kegiatan pembelajaran dalam ranah kognitif menganalisis berupa mengidentifikasi suatu unsur-unsur penting dalam suatu permasalahan, lalu mengaitkan unsur-unsur tersebut dengan informasi atau pengetahuan yang telah diperoleh, sehingga menghasilkan sebuah kesimpulan (Husamah, 2016). Kemampuan menganalisis banyak dituntut dalam pembelajaran untuk mengembangkan kemampuan peserta didik, diantaranya (Anderson & Krathwohl, 2015) :

- a. Membedakan peristiwa yang benar terjadi dengan pendapat individu yang masih diragukan kebenarannya.
- b. Menyangkutpautkan pertanyaan dengan jawaban yang membentuk sebuah kesimpulan.
- c. Membedakan kesesuaian materi yang dipelajari.
- d. Menghubungkan beberapa rancangan yang tersusun dalam pikiran.
- e. Memahami suatu gagasan
- f. Membedakan suatu gagasan pokok dengan turunannya.
- g. Menemukan bukti pendukung tujuan-tujuan pengarang.

Kemampuan menganalisis dapat dikategorikan ke dalam beberapa proses kognitif, di antaranya dapat dilihat dalam tabel berikut ini (Anderson & Krathwohl, 2015):

Tabel 2. 1 Kategori Proses Kognitif pada Kemampuan Menganalisis

Kategori Proses Kognitif	Kata Kerja Operasional	Definisi
Menganalisis : Memecah-mecah materi menjadi bagian-bagian penyusunnya dan menentukan hubungan-hubungan antara bagian-bagian itu dan hubungan antara bagian-bagian tersebut dari keseluruhan struktur atau tujuan.		
Membedakan	Menyendirikan	Membedakan materi pelajaran yang relevan dari yang tidak relevan, bagian yang penting dari yang tidak penting.
	Memilah	
	Memfokuskan	
	Memilih	
Mengorganisasi	Menemukan koherensi	Menentukan bagaimana elemen-elemen bekerja atau berfungsi dalam sebuah struktur.
	Memadukan	
	Membuat garis besar	
	Mendeskripsikan peran	
	Menstrukturkan	
Mengartibisikan	Mendekonstruksi	Menentukan sudut pandang, bias, nilai atau maksud di balik materi pelajaran.

Sumber: (Anderson & Krathwohl, 2015)

3. Kerangka Kerja *TPACK*

Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) merupakan suatu kerangka kerja yang mengintegrasikan beberapa komponen yang harus dikuasai oleh seorang guru. *TPACK* merupakan suatu kerangka yang pertama kali diperkenalkan oleh Mishra dan Koehler pada tahun 2006. Yang merupakan pengembangan dari model *Pedagogy Content Knowledge (PCK)* yang diperkenalkan oleh Shulman pada tahun 1986. Meskipun kerangka kerja *TPACK* ada sejak tahun 2006, namun di Indonesia masih sedikit yang menerapkannya dalam proses pembelajaran.

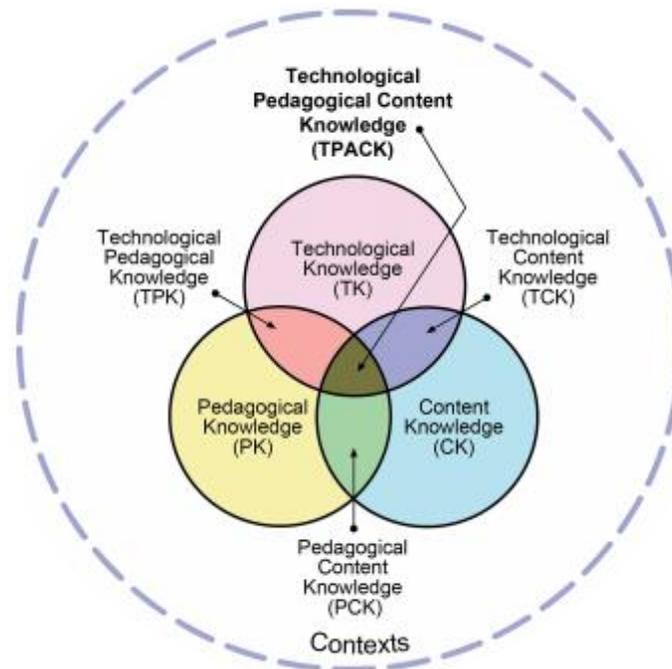
TPACK terdiri atas 3 komponen pengetahuan yaitu konten/materi, pedagogi, dan teknologi. Interaksi 3 komponen tersebut dinilai sangat penting dimiliki oleh guru. Karena interaksi antara 3 komponen tersebut merupakan satu kesatuan yang saling terkait dan dapat menunjang proses pembelajaran sehingga berjalan dengan efektif. Kemampuan *TPACK* sejalan dengan pembelajaran abad 21. *Partnership for 21st Century Skills* menyatakan bahwa pembelajaran abad 21 mengharuskan peserta didik untuk menguasai keterampilan hidup di antaranya (1) keterampilan

hidup dan karir (*life and career skills*) yang terdiri atas *flexibility and adaptability, initiative & self-direction, social and cross-cultural skills, productivity & accountability, dan leadership & responsibility*, (2) keterampilan belajar dan inovasi (*learning and innovation skills*) yang terdiri atas *critical thinking, communication, collaboration, dan creativity*, (3) penguasaan informasi, media, dan teknologi informasi (*information, media and technology skills*).

Sejalan dengan tuntutan keterampilan pada pembelajaran abad 21, menuntut guru untuk menciptakan pembelajaran yang inovatif dan kreatif guna memfasilitasi peserta didik melakukan proses pembelajaran dengan menerapkan teknologi dalam pembelajaran. Selain itu pembelajaran menggunakan kerangka *TPACK* dapat menghasilkan pembelajaran yang efektif dan menarik minat peserta didik untuk belajar (Sintawati & Indriani, 2019).

Konsep dasar *TPACK* mengintegrasikan 3 komponen penting yaitu *Content Knowledge (CK)*, *Pedagogical Knowledge (PK)*, dan *Technological Knowledge (TK)*. Interaksi antara tiga komponen tersebut dapat membuat pembelajaran lebih efektif, dan juga sesuai dengan tuntutan pembelajaran abad 21, dengan pembelajaran yang berpusat pada siswa atau *Student Centered Learning (SCL)*. Kerangka kerja *TPACK* perlu dipahami oleh pendidik terutama dalam integrasi komponen-komponen di dalamnya sehingga menghasilkan pembelajaran yang efektif. *TPACK* menegaskan keterkaitan antara komponen konten berupa materi pembelajaran yang akan diajarkan kepada peserta didik, pedagogi berupa pengetahuan pendidik mengenai cara mengajarkan materi tersebut, dan teknologi yang membantu proses pembelajaran, sehingga menghasilkan pembelajaran berbasis TIK.

Interaksi antara 3 komponen *Content Knowledge (CK)*, *Pedagogical Knowledge (PK)*, dan *Technological Knowledge (TK)* menghasilkan 4 komponen pengetahuan lain, yaitu *PCK (Pedagogical Content Knowledge)*, *TCK (Technological Content Knowledge)*, *TPK (Technological Pedagogical Knowledge)*, dan *TPACK (Technological Pedagogical and Content Knowledge)* (Koehler & Mishra, 2006). Interaksi komponen-komponen tersebut digambarkan dengan gambar berikut ini:



Gambar 2. 1 Kerangka *TPACK* berdasarkan Koehler & Mishra (2006)
Sumber : (Rahmadi, 2019)

Dalam skema *TPACK* tersebut terdapat irisan yang saling berkaitan dan berhubungan sehingga menghasilkan 7 pengetahuan yang berbeda yaitu *Content Knowledge (CK)*, *Pedagogical Knowledge (PK)*, dan *Technological Knowledge (TK)*, *PCK (Pedagogical Content Knowledge)*, *TCK (Technological Content Knowledge)*, *TPK (Technological Pedagogical Knowledge)*, dan *TPACK (Technological Pedagogical and Content Knowledge)*. Berikut ini merupakan penjabaran 7 bidang pengetahuan beserta keterkaitannya:

a) *Content Knowledge (CK)*

Merupakan komponen yang wajib dikuasai oleh seorang pendidik. *Content Knowledge (CK)* atau yang biasa disebut konten merupakan materi pelajaran yang akan diajarkan kepada peserta didik. Pengetahuan konten sangat penting bagi guru. Pengetahuan ini mencakup konsep, teori, gagasan, kerangka kerja, fakta, serta pendekatan untuk mengembangkan pengetahuan tersebut (Shulman, 1986). Konten materi pembelajaran yang harus dikuasai oleh peserta didik sudah tercantum dalam kurikulum. Guru harus mampu untuk mengembangkan kompetensi inti dan kompetensi dasar sehingga tercipta batasan materi yang harus dikuasai oleh peserta didik. Guru memang seharusnya memahami suatu materi secara mendalam. Akan

tetapi yang diajarkan kepada siswa harus mengacu pada kurikulum yang di tetapkan oleh pemerintah. Contoh dari *Content Knowledge (CK)* adalah ilmu pengetahuan biologi, kimia, sejarah, matematika, bahasa, dan lain-lain.

b) *Pedagogical Knowledge (PK)*

Pedagogical Knowledge (PK) atau pengetahuan pedagogi merupakan pengetahuan dasar guru mengenai pengelolaan pembelajaran peserta didik di dalam kelas. Pengetahuan konten sangat penting dikuasai oleh seorang guru. Hal tersebut tertuang dalam UU No. 14 tentang Guru dan Dosen bahwa kompetensi guru meliputi kompetensi pedagogik, kepribadian, sosial, dan profesional. Kompetensi pedagogi yang harus dimiliki oleh seorang guru antara lain (Nasional, 2005):

- 1) Pemahaman wawasan atau landasan kependidikan.
- 2) Pemahaman terhadap karakteristik peserta didik dari aspek fisik, moral, spiritual, sosial, kultural, emosional, dan intelektual.
- 3) Penguasaan teori belajar dan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik.
- 4) Pengembangan kurikulum atau silabus terkait mata pelajaran yang diampu.
- 5) Perancangan pembelajaran.
- 6) Pelaksanaan pembelajaran yang mendidik dan dialogis.
- 7) Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi untuk kepentingan pembelajaran;
- 8) Pengembangan peserta didik untuk mengaktualisasikan berbagai potensi yang dimilikinya.
- 9) Berkomunikasi secara efektif, empatik, dan santun dengan peserta didik
- 10) Penilaian evaluasi hasil belajar;
- 11) Pemanfaatan hasil penilaian dan evaluasi untuk kepentingan pembelajaran.
- 12) Tindakan reflektif untuk peningkatan kualitas pembelajaran.

Pembelajaran abad 21 menekankan peserta didik untuk menguasai empat kompetensi yaitu *communication, collaboration, critical thinking, dan creativity*. Keempat kompetensi tersebut harus diimplementasikan ke dalam proses pembelajaran, dengan pengetahuan pedagogi yang dimiliki oleh seorang pendidik.

Menurut Rees *et al* (2006) unsur-unsur pedagogi antara lain memahami ilmu pengetahuan serta hasil penelitian; memahami karakteristik pembelajaran serta

perbedaannya satu sama lain; menguasai sistem pendidikan yang tepat untuk diterapkan sesuai dengan karakteristik peserta didik serta peradaban zaman; menganalisis kemampuan belajar peserta didik sehingga dapat mengembangkan kemampuan belajar menjadi lebih baik; mempunyai kemampuan dalam membuat gagasan-gagasan baru terhadap pendidikan; menguasai konten, konsep, serta teori pembelajaran yang akan dibelajarkan kepada peserta didik.

c) ***Technological Knowledge (TK)***

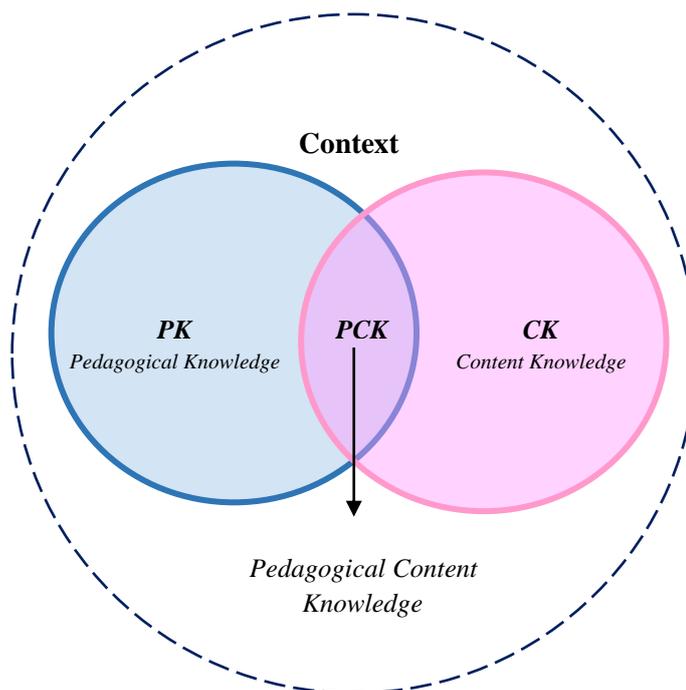
Technological Knowledge (TK) merupakan pengetahuan mengenai teknologi yang dimanfaatkan dalam proses pembelajaran. Hingga saat ini teknologi berkembang sangat pesat sehingga guru harus menyesuaikan diri dengan pesatnya perkembangan kemajuan teknologi tersebut. Definisi teknologi sendiri diartikan dengan suatu pengetahuan atau pekerjaan untuk memecahkan masalah yang tengah dihadapi oleh manusia (Andri, 2017). Menurut Yp Simon (1983) dalam Andri (2017), teknologi merupakan suatu bidang yang bertujuan untuk memudahkan penguasaan ilmu pengetahuan. Dari pengertian tersebut dapat diartikan bahwa pengetahuan teknologi yang dimiliki oleh seorang guru sejatinya dapat memecahkan masalah pendidikan. Sehingga proses pembelajaran berjalan lebih efektif dan menarik minat siswa dalam belajar. Penerapan teknologi dalam pendidikan setidaknya memiliki manfaat berikut ini (Andri, 2017):

- 1) Teknologi yang digunakan dalam pembelajaran sebagai alat dalam membentuk pengetahuan.
- 2) Untuk mewakili gagasan pengetahuan dalam meningkatkan pemahaman.
- 3) Menganalogikan suatu pengetahuan yang berifat abstrak agar dapat lebih dipahami oleh peserta didik.
- 4) Sarana informasi yang membantu peserta didik dalam mencari dan memperluas pengetahuannya.
- 5) Sarana media sosial dalam mendukung proses pembelajaran.
- 6) Membantu peserta didik dalam melakukan kerjasama dalam proses pembelajaran
- 7) Memfasilitasi peserta didik dalam melakukan diskusi pembelajaran.
- 8) Membantu peserta didik dalam mempresentasikan apa yang dipelajari

- 9) Membantu dalam meningkatkan mutu pendidikan di sekolah
- 10) Membantu dalam menghasilkan proses pembelajaran yang efektif sehingga memudahkan dalam mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan.

d) *Pedagogical Content Knowledge (PCK)*

Pedagogical Content Knowledge (PCK) merupakan interaksi antara 2 komponen yaitu *Content Knowledge (CK)* dan *Pedagogical Knowledge (PK)* yang membentuk sebuah irisan. *PCK* merupakan pengetahuan penting yang dimiliki oleh seorang guru. *PCK* merupakan gagasan Shulman (1986) tentang pengetahuan pedagogi yang dapat diterapkan dalam pembelajaran konten/materi tertentu. Menurut Shulman (1986) pengetahuan *PCK* adalah ketika guru dapat menafsirkan materi pembelajaran yang tertuang dalam kurikulum yang bersifat abstrak menjadi lebih konkrit sehingga dapat lebih mudah dipahami oleh peserta didik, menyesuaikan bahan ajar dengan materi, mengetahui cara mempresentasikan materi tersebut dengan konsep-konsep alternatif yang berdasar pada pengetahuan siswa sebelumnya. Pada intinya *Pedagogical Content Knowledge (PCK)* merupakan pengetahuan bagaimana cara mengajarkan materi kepada peserta didik (*Pedagogical Knowledge*) materi yang merupakan hasil penjabaran kurikulum beserta batasan materi yang harus dikuasai oleh peserta didik (*Content Knowledge*) (Agustina, 2015). Seorang guru yang mempunyai pengetahuan *PCK* yang baik akan memudahkan siswa dalam memahami materi dengan baik (Aminah & Wahyuni, 2018). Berikut ini gambar mengenai interaksi antara yaitu *Content Knowledge (CK)* dan *Pedagogical Knowledge (PK)* yang menghasilkan irisan berupa *Pedagogical Content Knowledge (PCK)*.

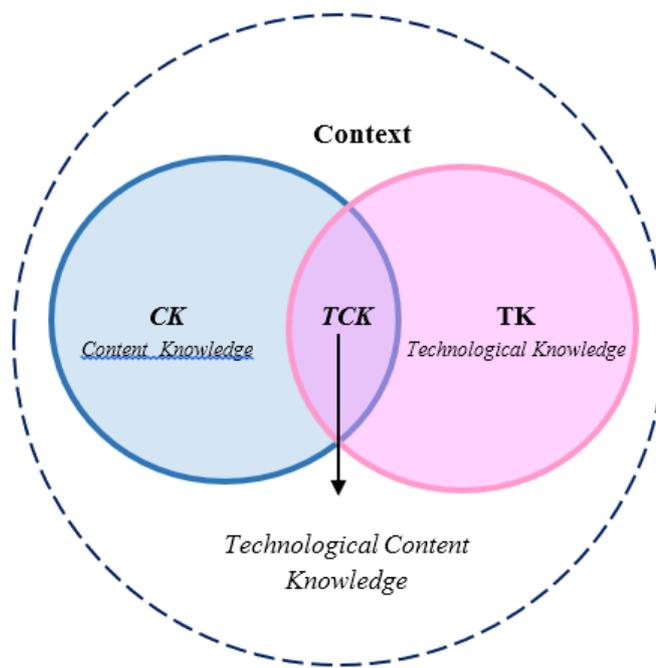


Gambar 2. 2 Kerangka *Pedagogical Content Knowledge (PCK)*

e) *Technological Content Knowledge (TCK)*

Technological Content Knowledge (TCK) merupakan interaksi antara *Technological Knowledge (TK)* dan *Content Knowledge (CK)* yang membentuk suatu irisan. *TCK* merupakan implementasi materi pembelajaran yang dituangkan dengan bantuan teknologi tertentu. Sehingga perlu adanya pengembangan teknologi yang tepat untuk diterapkan dalam suatu pembelajaran. Karena jika tidak maka teknologi dapat membatasi materi yang diajarkan kepada peserta didik. Ataupun sebaliknya materi yang diajarkan kepada peserta didik dapat membatasi jenis teknologi yang dipakai. Sehingga dalam konteks ini teknologi dan konten dapat saling mempengaruhi maupun membatasi (Koehler *et al.*, 2013). Sehingga guru harus menguasai pengetahuan *TCK* ini untuk menyesuaikan teknologi yang akan digunakan untuk mengajarkan suatu materi kepada peserta didik. Sehingga teknologi tersebut dapat membantu pemahaman siswa mengenai materi pembelajaran. Contoh dari implementasi *TCK* adalah pembelajaran berbasis web, dimana guru membagikan materi/konten kedalam web, sehingga siswa dapat mempelajari materi tersebut. Web tersebut merupakan alat untuk membangun kognitif pada peserta didik. Pada intinya *TCK* merupakan penyampaian sebuah materi/konten (*Content Knowledge*) kepada peserta didik menggunakan alat berupa

teknologi (*Technological Knowledge*) (Listiawan & Baskoro, 2015). Berikut ini merupakan gambaran interaksi antara *Technological Knowledge* (TK) dan *Content Knowledge* (CK) sehingga membuat irisan *Technological Content Knowledge* (TCK).

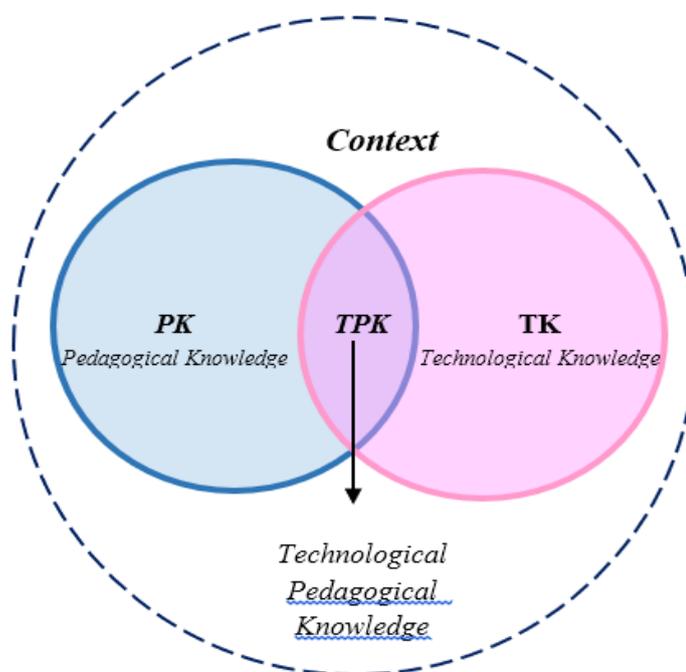


Gambar 2.3 Kerangka *Technological Content Knowledge* (TCK)

f) *Technological Pedagogical Knowledge* (TPK)

Technological Pedagogical Knowledge (TPK) merupakan interaksi antara *Pedagogical Knowledge* (PK) dan *Technological Knowledge* (TK) yang membentuk irisan pengetahuan. TPK adalah pengetahuan tentang bagaimana proses pembelajaran dapat di implementasikan melalui adanya teknologi. Teknologi tersebut menjadi salah satu solusi untuk memecahkan masalah mengenai pembelajaran, sehingga perlu pemahaman mendalam mengenai strategi pembelajaran menggunakan teknologi. Selain itu diperlukan pemahaman mendalam sampai mana teknologi tersebut berperan dalam konteks pedagogi. Pengetahuan TPK sangat penting untuk dikuasai oleh guru, karena banyak teknologi yang dirancang bukan untuk keperluan pendidikan. Contohnya *Microsoft Office* pada awalnya dirancang untuk kepentingan bisnis. Teknologi berbasis web digunakan untuk kepentingan hiburan, dan masih banyak lagi. Sehingga guru harus menyesuaikan penggunaan teknologi agar dapat memajukan proses pembelajaran

menjadi lebih baik (Koehler *et al.*, 2013). Berikut ini merupakan gambaran interaksi *Pedagogical Knowledge (PK)* dan *Technological Knowledge (TK)* membentuk suatu irisan *Technological Pedagogical Knowledge (TPK)*.



Gambar 2. 4 Kerangka *Technological Pedagogical Knowledge (TPK)*

g) *Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK)*

TPACK (Technological Pedagogical and Content Knowledge) merupakan pengetahuan yang dibangun berdasarkan interaksi komponen *Content Knowledge (CK)*, *Pedagogical Knowledge (PK)*, dan *Technological Knowledge (TK)*. Kerangka ini dapat membantu guru untuk menciptakan proses pembelajaran yang menarik dan efektif. Karena mengintegrasikan teknologi yang membantu memecahkan masalah pembelajaran dengan memperhatikan komponen pedagogis dan konten yang sesuai dengan kurikulum (Koehler *et al.*, 2013). Sesuai dengan perkembangan jaman dimana dihadapkan pada pembelajaran abad 21 yang diharuskan menguasai teknologi dalam aspek pembelajaran, dengan adanya kerangka *TPACK* memungkinkan untuk melaksanakan proses pembelajaran secara seimbang tidak mengabaikan konten dan unsur pedagogis. Dengan menerapkan kerangka *TPACK* guru dapat menciptakan pembelajaran yang menarik, kreatif, dan efektif. Sehingga peserta didik dapat memahami pembelajaran dengan mudah

(Ajizah & Huda, 2020). Kerangka *TPACK* yang berisi komponen pedagogi, konten, dan teknologi merupakan satu kesatuan dalam sebuah konteks suatu pembelajaran. Konteks tersebut berisi irisan 3 komponen yang menyebabkan beberapa interaksi. Dimana materi yang dikuasai oleh guru diajarkan kepada peserta didik dengan strategi pembelajaran yang baik, teknologi membantu dalam memudahkan suatu konten materi, dan teknologi yang membantu implementasi proses pembelajaran.

4. Metode Pembelajaran *Blended Learning*

Di masa pembelajaran pandemi Covid-19 kini banyak sekolah dan guru memanfaatkan teknologi dalam pembelajaran. Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran salah satunya dengan metode pembelajaran *blended learning* yang mulai dikenal luas oleh guru. Metode pembelajaran *blended learning* merupakan pembelajaran yang mengkombinasikan pembelajaran tatap muka di kelas (*classroom face-to-face*) dengan pembelajaran *online* (Rusman dkk, 2011, hal. 242). Hal tersebut sejalan dengan pendapat Muzakkir (2018) bahwa pembelajaran daring merupakan pembelajaran yang menggabungkan antara pembelajaran tradisional secara tatap muka dengan pembelajaran daring yang memanfaatkan teknologi dalam penerapannya (Nande & Irman, 2021).

Dalam pelaksanaannya metode pembelajaran *blended learning* mengalami modifikasi, yaitu pembelajaran tatap muka dilakukan secara virtual atau secara jarak jauh melalui berbagai media digital (*classroom face-to-face*), sedangkan pembelajaran mandiri dilakukan melalui *LMS (Learning Management System)* secara *online*, sehingga metode pembelajaran ini dapat juga disebut *blended blended e-learning* (Rusman dkk, 2011, hal. 243). Metode pembelajaran *blended learning* juga seringkali didefinisikan sebagai kombinasi pembelajaran tradisional dengan teknologi informasi dan komunikasi, sedangkan *blended blended e-learning* merupakan metode pembelajaran yang mengkombinasikan pembelajaran dengan teknologi seperti *web, streaming video*, komunikasi audio *synchronous*, dan pembelajaran *asynchronous*. Berdasarkan uraian para ahli mengenai pembelajaran *blended learning* dapat disimpulkan bahwa, pembelajaran *blended learning* merupakan pembelajaran yang memanfaatkan teknologi dalam pembelajaran serta penggabungan dengan pembelajaran tatap muka atau konvensional, kini

pembelajaran tatap muka mengalami modifikasi, sehingga dapat dilaksanakan secara virtual.

Pembelajaran *blended learning* menurut Bates (1995) dan Wulf (1996) mempunyai beberapa keunggulan (Rusman dkk, 2011, hal. 248):

- a) Meningkatkan tingkat interaksi antara guru dan peserta didik
- b) Interaksi dalam pembelajaran yang lebih fleksibel karena dapat diakses kapan dan dimana saja.
- c) Dapat menjangkau peserta didik secara luas
- d) Dapat memudahkan guru dalam memperbaharui dan menyimpan materi pembelajaran, sehingga peserta didik hanya tinggal mengaksesnya pada *LMS*.

Dengan pembelajaran *blended learning* menjadikan peserta didik aktif dalam pembelajaran, karena diharuskan mengatur waktu, mempelajari materi dengan inisiatifnya sendiri. Keunggulan metode *blended learning* yaitu memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk 2 kali belajar, yaitu belajar mandiri dan belajar dengan pendidik (Rusman dkk, 2011, hal. 292). Selain itu dengan pembelajaran *blended learning* dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik bahkan dari ranah kognitif, afektif dan psikomotor (Nande & Irman, 2021).

5. Teknologi Pembelajaran dalam Kerangka *TPACK*

Teknologi merupakan aspek yang tidak dapat lepas dari kehidupan manusia. Teknologi berasal dari bahasa Yunani yaitu *systematic treatment* yang berarti pengendalian sesuatu secara sistematis dan *techne* yang berarti keterampilan dan keahlian, jika ditarik kesimpulan maka teknologi merupakan pengendalian sesuatu secara teratur dalam suatu sistem guna mempermudah pekerjaan tertentu (Switri, 2019). Menurut pendapat Jacques Ellul (1967) dalam Rusman dkk (2011) teknologi merupakan metode yang digunakan guna mengefisienkan berbagai kegiatan manusia. Pengertian teknologi tersebut juga sejalan dengan pendapat Iskandar Alisyahbana dalam Miasro (2001) mendefinisikan teknologi yang merupakan suatu metode dalam memenuhi kebutuhan manusia dengan akal dan alat untuk memperkuat kinerja manusia itu sendiri.

Sesuai dengan tuntutan zaman saat ini dimana kita memasuki era revolusi industri 4.0 yang melibatkan berbagai teknologi digital untuk memudahkan segala aspek kehidupan manusia dengan prinsip otomatisasi dan penggunaan internet,

sehingga memudahkan dalam mendapatkan dan bertukar berbagai informasi (Fonna, 2019). Hal tersebut sejalan dengan prinsip revolusi industri 4.0 yang merupakan integrasi antara teknologi *cyber* dan internet yang memudahkan dalam konektivitas manusia (Lase, 2019). Dengan lahirnya revolusi industri 4.0 dalam segala aspek kehidupan, juga berpengaruh terhadap bidang pendidikan yang mengintegrasikan teknologi ke dalam pembelajaran.

Tujuan implementasi teknologi ke dalam bidang pendidikan yakni mempermudah guru dalam melaksanakan proses pembelajaran sehingga dapat mencapai tujuan pembelajaran dan kompetensi dasar peserta didik yang diharapkan. Teknologi dalam pendidikan dapat berupa media pembelajaran dan sumber belajar (S. Lestari, 2018). Di masa pandemic covid-19 seperti ini merupakan waktu yang pas guna mengimplementasikan teknologi ke dalam pembelajaran, karena pada masa pandemi seperti ini pembelajaran dilaksanakan secara daring sehingga membutuhkan sarana berupa teknologi dalam memudahkan transfer ilmu pengetahuan kepada peserta didik (Herliandry *et al.* , 2020) . Dalam penelitian ini teknologi pembelajaran disusun dalam kerangka kerja *TPACK* secara sistematis dan saling berkaitan sehingga dalam pelaksanaannya memakai beberapa teknologi dalam pembelajaran. Berikut merupakan teknologi yang diintegrasikan ke dalam kerangka pembelajaran *TPACK*.

a) *Learning Management System (LMS) berbasis Moodle*

Learning Management System (LMS) merupakan aplikasi perangkat lunak berbasis web yang digunakan dalam proses pembelajaran. Layanan *LMS* banyak disediakan oleh programmer dan dapat diunduh secara gratis melalui platform tertentu. *LMS* terus dikembangkan guna menyediakan sarana bagi peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan, dengan mengemas materi pembelajaran dalam bentuk multimedia (Munir, 2010 *dalam* Sanova, 2018). Penggunaan *LMS* memudahkan pendidik dalam merancang pembelajaran secara *e-learning*, karena dapat mengunggah materi pembelajaran secara *update* (Okmayura *et al.* , 2018). Implementasi *LMS* dalam proses belajar mengajar mendukung sistem pembelajaran yang berpusat kepada siswa (*Student Centered Learning*), dimana guru hanya sebatas memfasilitasi serta memantau kegiatan peserta didik dalam

pembelajaran, dan peserta didik secara aktif mempunyai tanggung jawab dalam pembelajaran (Dlalisa, 2017). Berikut merupakan kelebihan pembelajaran berbasis web (Rusman *et al.* , 2011):

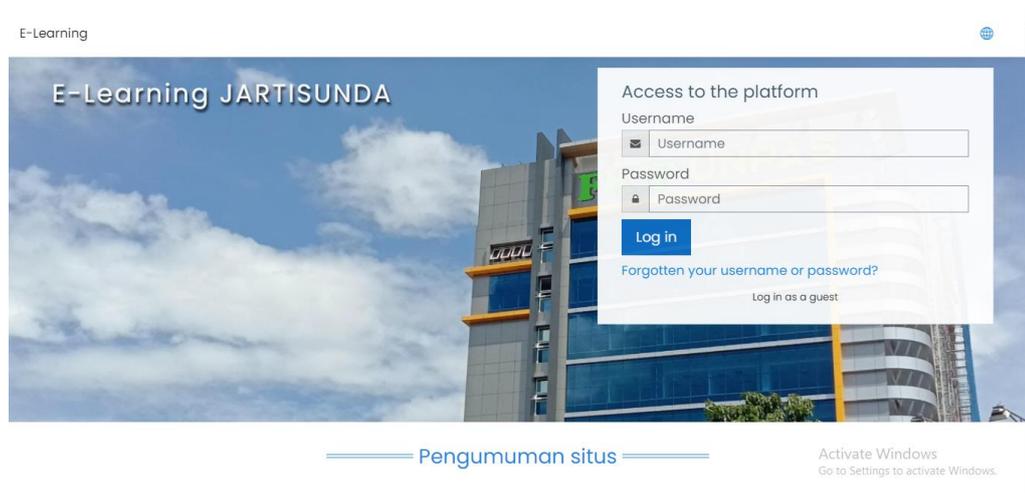
- 1) Dapat mengakses pembelajaran tidak terbatas waktu dan tempat.
- 2) Peserta didik dapat belajar sesuai dengan gaya belajarnya masing-masing karena pembelajaran dilakukan secara individual.
- 3) Peserta didik dapat mencari materi pembelajaran dari berbagai sumber.
- 4) Pembelajaran menjadi lebih efektif dari segi waktu.
- 5) Memberikan peserta didik suplemen pembelajaran guna memperkuat pemahaman.
- 6) Memfasilitas peserta didik informasi sumber pembelajaran guna mendukung proses pembelajaran.
- 7) Guru dapat memperbaharui materi pembelajaran dengan mudah.

Salah satu jenis *LMS* yang dapat diakses secara *open source* diantaranya *Moodle*, *Blackboard*, *Canvas* and *D2L* (*Desire to Learn*). Dalam penelitian ini jenis *LMS* yang dipakai adalah *Moodle*, yang merupakan *software Learning Management System (LMS)* yang didirikan oleh Martin Dougiamas pada tahun 1999 dengan peluncuran versi pertama *Moodle 1.0* pada tahun 2002. *Moodle* merupakan singkatan dari *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*, kini server aplikasi *Moodle* berada di *University of Technology* di Perth, Western Australia (Aldiab *et al.* , 2019). *Moodle* dinilai memiliki keunggulan dibandingkan dengan platform lainnya karena mudah dalam pengaplikasiannya, sehingga efektif dipakai dalam pembelajaran (Fayanto *et al.* , 2019). Berikut ini merupakan beberapa fitur yang terdapat dalam *Moodle* (Aldiab *et al.* , 2019):

- | | |
|------------|-------------------------|
| 1) Halaman | 17) Komentar |
| 2) URL | 18) Blog |
| 3) File | 19) Formulir pertanyaan |
| 4) Folder | 20) Surat cepat |
| 5) Sejarah | 21) Test |
| 6) Pesan | 22) Penugasan |
| 7) Kuliah | 23) Wiki |
| 8) Silabus | 24) Kelas virtual |

- 9) Kamus
- 10) Rencana Pembelajaran
- 11) Video
- 12) Integrasi
- 13) Diskusi
- 14) Obrolan
- 15) Laporan
- 16) Pernyataan
- 25) Surat internal
- 26) Kalender
- 27) Pelacakan
- 28) Statistik
- 29) Basis Data
- 30) Penyesuai Bahasa
- 31) Sertifikat

Dalam penelitian ini *LMS Moodle* yang digunakan telah dikostumisasi menjadi *LMS Jartisunda FKIP Unpas*. Jartisunda merupakan *LMS* yang dibuat guna memfasilitas mahasiswa dalam praktek pembelajaran di sekolah, sehingga pembelajaran dapat lebih efektif, efisien dan peserta didik yang belum pernah menggunakan *LMS* di sekolah mendapat suasana pembelajaran yang baru. Selain itu Jartisunda digunakan guna memperkenalkan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Paundan ke lingkungan sekolah lewat pembelajaran e-learning yang diperkenalkan oleh mahasiswa.



Gambar 2. 5 Tampilan Beranda *LMS Jartisunda FKIP Unpas*

b) Multimedia Interaktif (MMI)

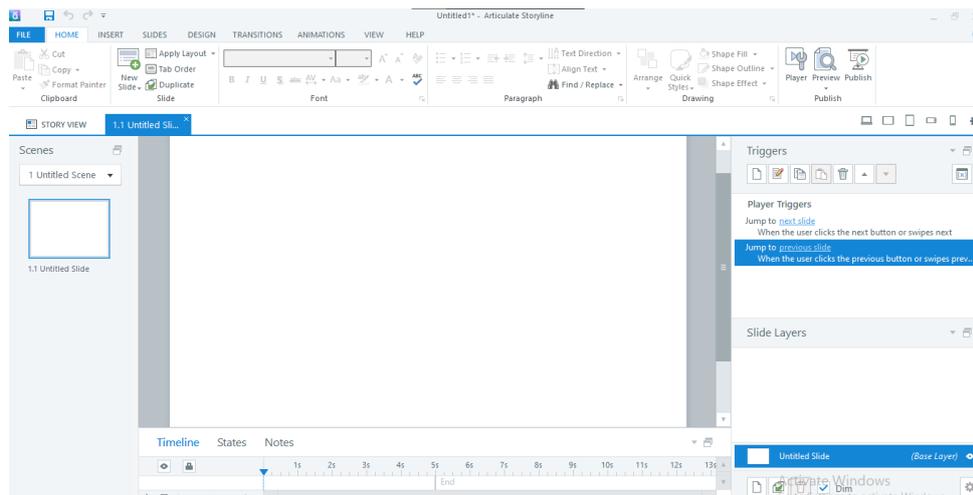
Multimedia merupakan suatu media presentasi yang menampilkan unsur audio, visual dan teks secara bersamaan (Rusman *et al.* , 2011). Multimedia seringkali dipakai dalam proses pembelajaran karena dinilai mampu meningkatkan pemahaman peserta didik dalam menyerap informasi selain itu meningkatkan daya imajinasi peserta didik sehingga materi yang bersifat abstrak lebih mudah dipahami. Interaktif merupakan bentuk komunikasi 2 arah antara 2 unsur dalam komunikasi, dalam konsep multimedia komunikasi terjadi anatara pengguna (*user*) dan media/aplikasi/*software*, sehingga dalam penggunaannya peserta didik tidak hanya sekedar melihat dan mendengar melainkan juga melakukan sesuatu media tersebut. Dalam praktiknya jenis multimedia dibagi menjadi 2 yaitu sebagai sarana preresentasi pembelajaran dan sarana pembelajaran secara mandiri. Multimedia sebagai sarana presentasi hanya membantu tugas guru dalam menampilkan materi pembelajaran dan biasanya guru menjelaskan materi tersebut kepada peserta didik, sedangkan multimedia sebagai sarana pembelajaran guru adalah sarana pembelajaran yang dapat menggantikan tugas guru karena pembelajaran dapat diakses secara mandiri. Dalam sarana pembelajaran mandiri menggabungkan unsur bahan ajar yang akan dijelaskan kepada peserta didik dengan pengalaman belajar dengan guru lewat multimedia tersebut (N. Lestari, 2019).

Dari pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa multimedia interaktif merupakan media yang mengkombinasikan antara animasi, suara, dan teks, serta komunikasi dengan media tersebut berupa instruksi dengan memanfaatkan fitur-fitur yang ada. Multimedia interaktif juga dapat didefinisikan sebagai multimedia yang dilengkapi tombol-tombol yang memungkinkan pengguna dapat mengoperasikan sendiri, sehingga dapat berinteraksi langsung dengan media belajarnya. Penggunaan multimedia interaktif dalam pembelajaran dapat memaksimalkan fungsi pancaindra peserta didik dalam menangkap materi pembelajaran.

Berdasarkan modelnya multimedia interaktif mempunyai beragam format diantaranya model tutorial, model *drills*, model simulasi dan model *instructional games*. Model tutorial merupakan model dengan menggunakan bantuan *software* yang dipakai sebagai pengganti bahan ajar dalam proses pembelajaran sehingga

dapat menggantikan peran guru karena *software* tersebut berisi instruksi. Model *drills* merupakan model yang mengimplementasikan latihan-latihan soal yang dapat di program baik skor, waktu, dan tampilannya. Model simulasi merupakan model multimedia interaktif yang menayangkan duplikat yang menggambarkan situasi mendekati suasana sebenarnya dalam kehidupan nyata, sehingga diharapkan peserta didik mendapat pengalaman yang terjadi seperti di kehidupan nyata. Model *instuctional games* yang dapat berisi permainan guna menambah pemahaman peserta didik melalui karakter-karakter tertentu, sehingga diharapkan pembelajaran lebih menarik perhatian peserta didik (Nandi, 2006 dalam Diah *et al.* , 2018).

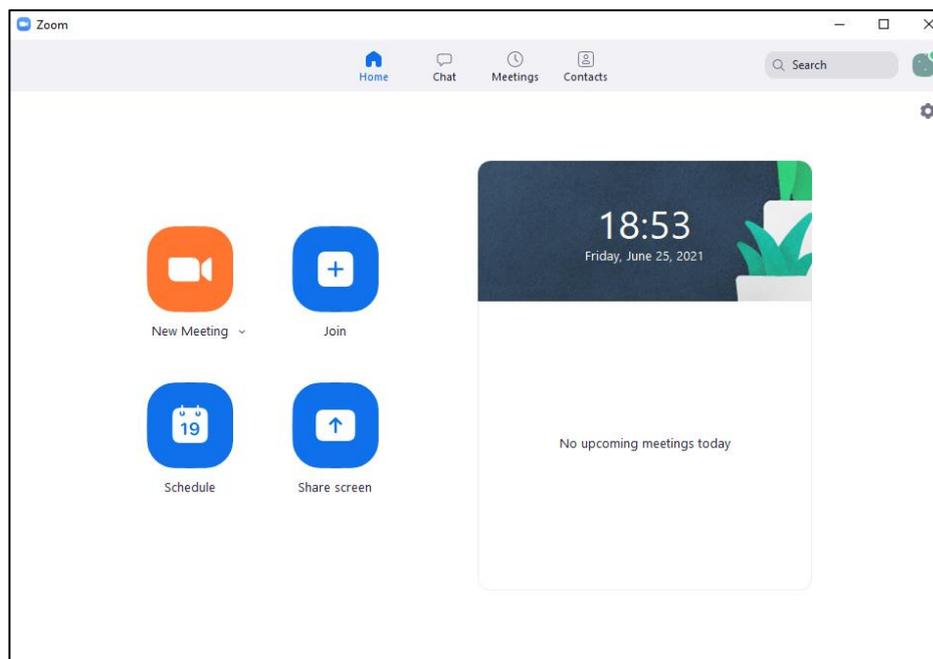
Dalam penelitian ini menggunakan aplikasi/*software* *Articulate Storyline 3* dalam pembuatan multimedia interaktif. Aplikasi *Articulate Storyline 3* merupakan salah satu aplikasi yang menarik digunakan dalam pembuatan multimedia interaktif terutama digunakan oleh para guru, karena mempunyai tampilan yang cukup sederhana seperti tampilan pada aplikasi *power point*, sehingga cukup mudah dipelajari. Selain itu didukung oleh beragam *tools* yang mendukung pembuatan media pembelajaran, dan terdapat tombol-tombol navigasi seperti *next*, *submit*, dan *back* yang mendukung peserta didik dapat berinteraksi dengan media pembelajaran (Yasin, 2017). Pembelajaran menggunakan multimedia interaktif *articulate storyline 3* dinilai dapat meningkatkan motivasi dan hasil belajar peserta didik (Setyaningsih *et al.* , 2020). Dalam penelitian ini pembuatan multimedia interaktif didukung dengan animasi menarik dan *tools* yang dapat dipakai sehingga peserta didik dapat berinteraksi secara langsung dengan media tersebut. *Tools* yang digunakan antara lain *next*, *back*, *submit*, dan *zoom* bagian-bagian sistem saraf sehingga dapat menjelaskan materi yang bersifat abstrak dan mikroskopis dengan bantuan animasi tersebut.



Gambar 2. 6 Tampilan Laman Kerja Aplikasi Articulate *Storyline 3*

c) *Zoom Meeting*

Zoom Meeting merupakan sebuah aplikasi *video conference* yang didirikan oleh Eric Yuan pada tahun 2011 di San Jose, California. Aplikasi *zoom meeting* banyak dikenal dan banyak dipakai sebagai media pembelajaran pada awal tahun 2020, karena pandemi COVID-19 yang mengharuskan pelaksanaan pembelajaran secara jarak jauh. Sehingga salah satu aplikasi yang efektif digunakan dalam pembelajaran adalah aplikasi *zoom meeting*, dengan pembelajaran secara *synchronous* dimana pembelajaran dilaksanakan secara *real time*, sehingga peserta didik dapat berinteraksi secara langsung dengan guru walau dari jarak yang berjauhan (Monica & Fitriawati, 2020). Salah satu fitur dalam aplikasi *zoom meeting* yang mendukung proses pembelajaran adalah *screen sharing*, sehingga guru dapat membagikan layar berupa materi pembelajaran kepada peserta didik (Wijoyo, 2021).



Gambar 2. 7 Tampilan Beranda Aplikasi *Zoom Meeting*

Aplikasi *zoom meeting* pada awalnya diciptakan untuk kepentingan bisnis dan perusahaan yang melakukan rapat-rapat tertentu, karena keadaan pandemi covid-19 banyak dimanfaatkan terutama oleh lembaga pendidikan. Bahkan selama pandemi penggunaan aplikasi *zoom meeting* mencapai 19 miliar penjualan terutama paling banyak dalam bidang pendidikan (Far-Far, 2021). Aplikasi *zoom meeting* dapat diunduh secara gratis melalui web resmi yaitu <https://zoom.us/download> ataupun diunduh dalam *playstore/appstore* jika diunduh dalam *smartphone*. Penggunaan *zoom* dapat dilakukan dalam jangka waktu 40 menit, jika memakai versi premium/berbayar maka tidak terbatas waktu dan dapat menampung peserta hingga 1000 orang. Penggunaan aplikasi *zoom meeting* dalam pembelajaran dinilai efektif digunakan dalam pembelajaran sehingga dapat meningkatkan pemahaman peserta didik dalam memahami materi pembelajaran lewat *sharing screen* yang dilakukan oleh pendidik sambil dijeslaskan (Masturi *et al.*, 2021). Sesuai dengan penelitian lain yang menjelaskan bahwa penggunaan aplikasi *zoom meeting* dinilai praktis dan efisien digunakan dalam pembelajaran (Haqien & Rahman, 2020).

6. Analisis Materi Bahan Ajar

a. Keluasan dan Kedalaman Materi

1) Kompetensi Dasar Materi Sistem Saraf

Kompetensi dasar merupakan kemampuan minimal yang harus dikuasai oleh peserta didik dalam suatu materi pembelajaran (R. Rachmawati, 2018). Kompetensi dasar merupakan pengembangan dari kompetensi inti yang terdiri atas aspek sikap, pengetahuan, dan keterampilan (Kemendikbud, 2013). Kompetensi dasar dapat dikembangkan oleh guru menjadi indikator yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik, karakteristik materi pembelajaran, dan kemampuan awal peserta didik.

Kompetensi dasar yang ditekankan dalam penelitian berupa aspek pengetahuan materi sistem saraf yaitu menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun organ pada sistem koordinasi dan mengaitkannya dengan proses koordinasi sehingga dapat menjelaskan peran saraf dan hormon dalam mekanisme koordinasi dan regulasi serta gangguan fungsi yang mungkin terjadi pada sistem koordinasi manusia melalui studi literatur, pengamatan, percobaan, dan simulasi (Permendikbud, 2018).

2) Indikator Pembelajaran Materi Sistem Saraf

Indikator merupakan suatu ukuran dalam mengetahui tercapainya suatu tujuan pembelajaran. Indikator pembelajaran dikembangkan dari kompetensi dasar menjadi lebih spesifik, sehingga menjadi penanda dalam pencapaian kompetensi dasar. Pengembangan indikator pembelajaran dirumuskan dengan kata kerja operasional yang membantu dalam proses pembuatan instrumen penilaian yang dapat diukur (Hanum, 2017).

Dalam merumuskan indikator pembelajaran harus memperhatikan kebutuhan dan karakteristik materi pembelajaran, peserta didik, sekolah, dan lingkungan masyarakat. Berikut ini merupakan fungsi dari indikator, diantaranya (Supriyatna & Asriani, 2019):

- a) Membantu dalam merumuskan dan mengembangkan materi pembelajaran yang harus sesuai dengan indikator pembelajaran. Indikator yang dikembangkan dapat menjadi pedoman dalam mengembangkan materi

pembelajaran yang efektif bagi peserta didik yang sesuai dengan kebutuhannya.

- b) Memberikan gambaran kegiatan pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik materi pembelajaran, sehingga peserta didik dapat mencapai kompetensi yang diharapkan.
- c) Sebagai pedoman dalam mengembangkan bahan ajar yang sesuai dengan tuntutan indikator pembelajaran, sehingga peserta didik dapat mencapai kompetensi yang diharapkan.
- d) Menjadi acuan dalam merancang, melaksanakan, serta mengevaluasi hasil belajar. Dalam proses merancang indikator penilaian harus mengacu pada indikator pembelajaran, sehingga dapat menentukan jenis penilaian serta instrumen penilaian yang sesuai.

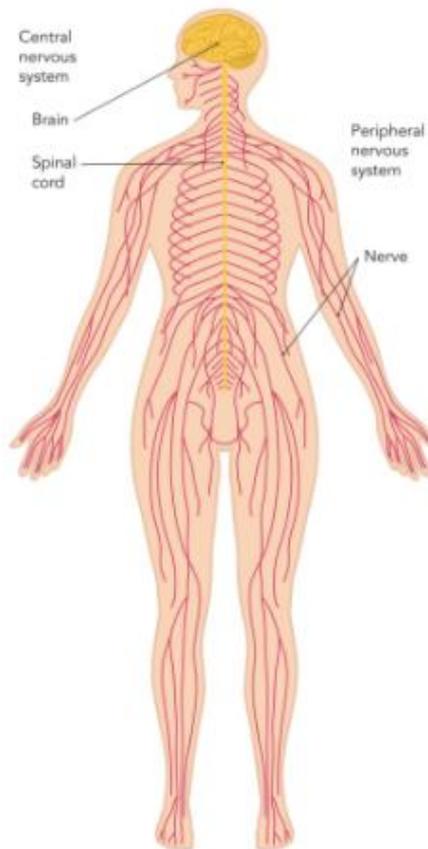
Berikut merupakan indikator pembelajaran materi sistem saraf yang telah dikembangkan dari kompetensi dasar

- a) Menjelaskan pengetahuan sistem saraf.
- b) Menyimpulkan fungsi dari struktur penyusun sel saraf.
- c) Membedakan sel saraf berdasarkan struktur dan fungsi.
- d) Mengkorelasikan sel saraf berdasarkan struktur dan fungsi.
- e) Menganalisis mekanisme penghantaran impuls melewati sel saraf.
- f) Menyimpulkan mekanisme penghantaran impuls melewati sinapsis.
- g) Meramalkan susunan sistem saraf pusat.
- h) Menyimpulkan susunan sistem saraf pusat.
- i) Mengkorelasi susunan sistem saraf tepi.
- j) Mengurutkan alur perjalanan impuls dalam gerak reflex.
- k) Mengaitkan kerja sistem saraf dengan mekanisme koordinasi (gerak reflex)
- l) Mengaitkan gangguan yg dapat terjadi pada sistem saraf dengan fungsi bagian otak.
- m) Mendiagnosis gangguan yang dapat terjadi pada sistem saraf.

3) Pengertian Sistem Saraf

Sistem saraf merupakan mekanisme penghantaran informasi berupa rangsangan (impuls) dari reseptor ke sistem pengolahan impuls (otak dan sumsum tulang belakang), lalu diubah menjadi suatu tanggapan melalui perantara efektor. Efektor digunakan sebagai perantara dalam menyampaikan informasi berupa impuls dalam bentuk sel atau organ. Dalam mekanisme penghantaran impuls tersebut diperlukan suatu media berupa sel saraf (neuron) yang berfungsi sebagai perantara penghantaran impuls. Dalam tubuh suatu organisme tersusun atas sel saraf (neuron) dan sel pendukungnya (neuroglia), dalam sel neuroglia mengandung banyak glikogen sebagai cadangan makanan (Ferdinand & Ariebowo, 2009).

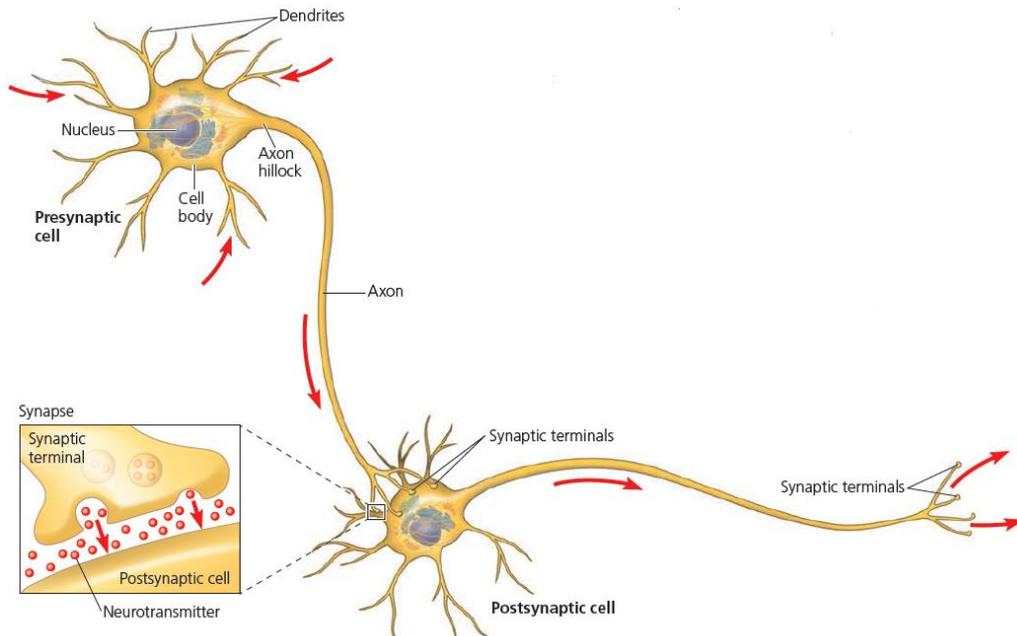
Impuls yang diterima oleh reseptor terbagi menjadi 2 jenis yaitu intero reseptor dan eksteroreseptor. Intero reseptor merupakan impuls yang berasal dari dalam tubuh seperti rasa nyeri, kenyang, lapar, dan kelelahan. Eksteroreseptor merupakan impuls yang berasal dari luar tubuh seperti sentuhan, bau, rasa, dan cahaya (Irnaningtyas, 2013). Berikut merupakan gambar sistem saraf:



Gambar 2. 8 Sistem Saraf Pada Manusia
Sumber : (Mitchell, 2017)

4) Struktur Sel Saraf (Neuron)

Sistem saraf tersusun atas jutaan sel saraf (neuron) yang saling berhubungan satu sama lain sehingga dapat dilewati oleh rangsangan (impuls). Setiap satu sel neuron tersusun atas komponen yang mempunyai fungsi dan tugas masing masing yang menyusun neuron menjadi struktur yang kompleks. Berikut ini merupakan komponen – komponen penyusun sel saraf (neuron):



Gambar 2. 9 Struktur Sel Saraf (Neuron)

Sumber : (Urry *et al.* , 2016, hal. 1066)

a) Badan Sel

Merupakan bagian sel saraf yang berukuran agak besar dibandingkan komponen lainnya. Didalam badan sel terbagai lagi atas beberapa komponen diantaranya inti sel (*nucleus*), ribosom, mitokondria, retikulum endoplasma, badan golgi, dan sitoplasma yang disebut dengan neuroplasma (Irnaningtyas, 2013). Sebagian besar organel sel neuron terletak pada badan sel (Urry *et al.* , 2016, hal. 1066). Inti sel (*nucleus*) pada sel neuron mempunyai bentuk seperti pembuluh (vaskuler), yang mempunyai materi genetik berupa RNA (asam ribonukleat).

b) Dendrit

Dendrit merupakan penjurulan sitoplasma dari badan sel membentuk percabangan yang berfungsi menerima impuls dari neuron lain untuk dibawa

menuju badan sel saraf (Irnaningtyas, 2013, hal. 281). Dendrit merupakan organel yang menjadi perantara dalam penyampaian impuls dari reseptor ke pusat pengolahan impuls (Ferdinand & Ariebowo, 2009).

c) Akson (neurit)

Merupakan struktur perpanjangan dari neuroplasma badan sel yang biasanya tidak bercabang. Fungsi akson adalah menghantarkan impuls dari badan sel ke kelenjar dan serabut otot. Panjang akson umumnya lebih panjang dari dendrit, panjangnya dapat mencapai ratusan sentimeter. Bagian awal akson yang langsung terhubung dengan badan sel membentuk struktur seperti segitiga disebut dengan bukit akson (*axon hillock*) (Urry *et al.* , 2016, hal. 1066).

d) Selubung Mielin

Merupakan suatu struktur berupa lapisan lemak berwarna putih yang menyelubungi akson. Selubung mielin tidak mempunyai inti sel (nucleus) (Irnaningtyas, 2013, hal. 282).

e) Sel Schwann

Merupakan sel yang menyusun selubung mielin. Membran plasma sel schwann disebut dengan neurilemma (Irnaningtyas, 2013, hal. 282).

f) Nodus Ranvier

Merupakan struktur akson yang tidak terselubungi oleh selubuh mielin. Nodus ranvier berfungsi dalam mempercepat jalannya impuls (Irnaningtyas, 2013, hal. 289).

g) Sinapsis

Sinapsis merupakan struktur ujung akson yang yang membentuk celah dengan ujung akson sel neuron lainnya. Sinapsis berfungsi dalam menghantarkan impuls ke sel saraf lainnya melalui perantara senyawa kimi yang disebut neurontransmitter (Urry *et al.* , 2016, hal. 1066).

5) Macam-Macam Sel Saraf berdasarkan Struktur dan Fungsi

Sel saraf (neuron) berdasarkan struktur percabangan akson dan denrit dibedakan menjadi 3 jenis yaitu neuron unipolar, neuron bipolar, dan neuron multipolar (Ferdinand & Ariebowo, 2009, hal. 153):

a) Neuron Unipolar

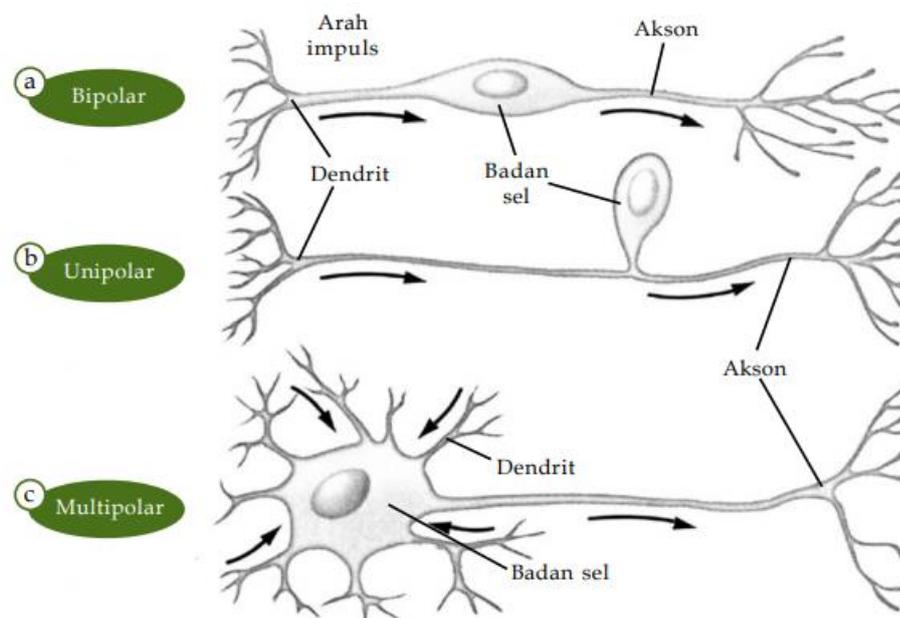
Merupakan struktur neuron yang membentuk satu juluran akson dari badan sel dan bercabang menjadi dendrit. Neuron jenis ini sangat jarang ditemukan bahkan hanya terdapat pada embrio (Rachmawati *et al.* , 2009, hal. 137).

b) Neuron Bipolar

Merupakan struktur neuron yang membentuk dua juluran akson dari badan sel, dan bercabang membentuk dendrit. Neurin jenis ini terdapat pada retina dan ganglion spiralis pada telinga bagian dalam (Rachmawati *et al.* , 2009, hal 137).

c) Neuron Multipolar

Merupakan struktur neuron yang badan selnya membentuk banyak julurn dendrit dan membentuk satu juluran akson yang panjang. Neuron jenis ini banyak ditemukan pada organisme terutama pada bagian otak dan sumsum tulang belakang (Rachmawati *et al.* , 2009, hal.137).



Gambar 2. 10 Macam-macam Sel Saraf Berdasarkan Strukturnya

Sumber: (Ferdinand & Ariebowo, 2009, hal. 153)

Berdasarkan fungsinya sel saraf (neuron) dibedakan menjadi 3 jenis yaitu neuron sensorik (neuron aferen), neuron motoric (neuron efektor), dan neuron asosiasi (interneuron), berikut merupakan penjelasan dan fungsi jenis neuron:

a) Neuron Sensorik (Neuron Aferen)

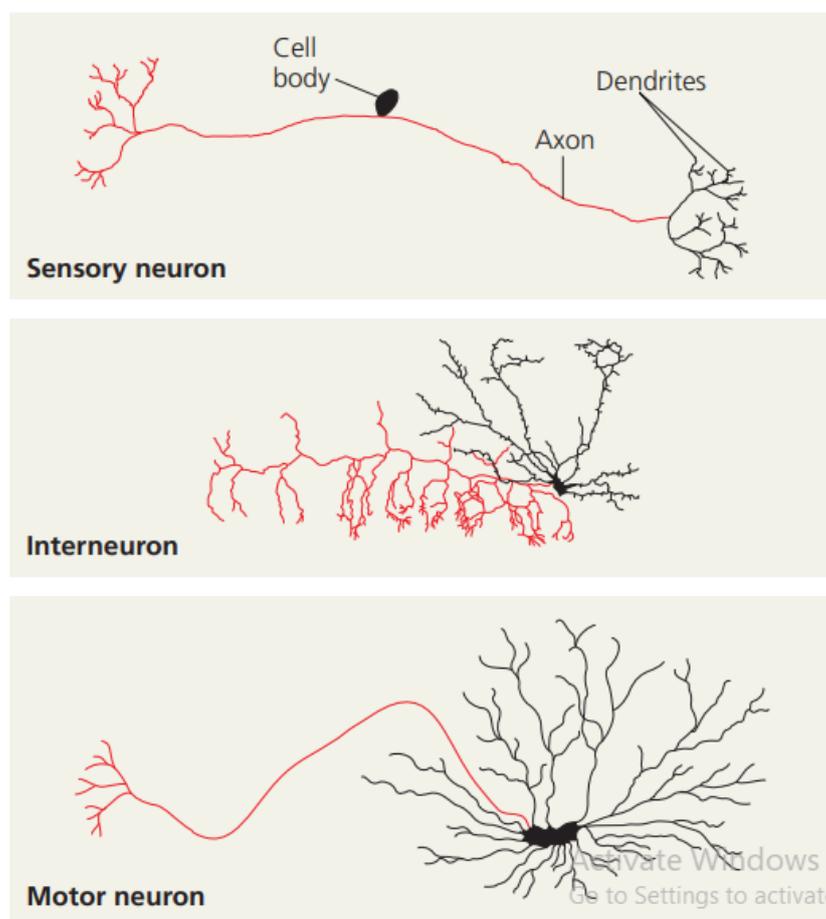
Merupakan struktur neuron yang mempunyai struktur badan sel bergelombang, akson mempunyai ukuran yang pendek, sedangkan dendrit mempunyai ukuran yang panjang. Neuron sensorik (neuron aferen) berfungsi dalam menghantarkan rangsangan dari reseptor ke sistem saraf pusat yaitu otak dan sumsum tulang belakang (Irnaningtyas, 2013, hal. 283). Rangsangan yang ditangkap oleh neuron sensorik dapat berupa rangsangan eksternal seperti cahaya, sentuhan, dan bau, atau berupa rangsangan eksternal seperti tekanan darah dan kontraksi otot (Urry *et al*, 2016, hal. 1067).

b) Neuron Asosiasi (Neuron Interneuron)

Merupakan neuron yang mempunyai struktur dendrit pendek, sedangkan akson ada yang pendek dan panjang. Fungsi neuron asosiasi menerima rangsangan dari neuron sensori lainnya (Irnaningtyas, 2013, hal. 283). Neuron jenis ini terletak pada sistem saraf pusat yaitu otak dan sumsum tulang belakang (Rachmanati dkk, 2009, hal. 137). Neuron sensorik dalam sistem saraf pusat bertanggung jawab dalam mengintegrasikan impuls sensorik yang masuk sehingga mengalami proses integrasi dan interpretasi (Urry *et al* 1, 2016, hal. 1067).

c) Neuron Motorik (Neuron Efektor)

Merupakan neuron yang mempunyai struktur dendrit pendek, sedangkan akson panjang. Neuron motoric berfungsi menghantarkan impuls dari sistem saraf pusat ke efektor yaitu berupa tanggapan terhadap rangsangan melewati perantara sel atau otot (Irnaningtyas, 2013, hal. 283). Selain itu dapat merangsang aktivitas kelenjar sebagai bentuk tanggapan dari impuls (Urry *et al*, 2016, hal. 1067).



Gambar 2. 11 Macam-macam Sel Saraf Berdasarkan Fungsinya
 Sumber: (Urry *et al*, 2016, hal.1067)

Glia merupakan kumpulan sel saraf yang saling berikatan sehingga membentuk suatu struktur yang mendukung satu sama lain, dapat dikatakan bahwa sel glia merupakan sel yang berfungsi sebagai penyokong. Glia dapat ditemukan pada seluruh bagian sistem saraf pusat otak dan sumsum tulang belakang, yang terbagi menjadi beberapa jenis berdasarkan struktur dan fungsinya, di antaranya (Campbell *et al* ., 2010, hal. 239):

a) Sel Ependimal

Merupakan sel pelindung yang terdapat pada ventrikel sistem saraf pusat (otak dan sumsum tulang belakang). Sel ependimal mempunyai silia yang berfungsi sebagai pendorong cairan serebrospinal agar terus bersirkulasi. Cairan serebrospinal mempunyai kandungan protein, glukosa sel mononuclear, elektrolit, enzim, sel dara putih, dan 99 % air, berfungsi sebagai pelindung otak

dari kecelakaan yang membentuk bantalan di otak, menjaga posisi otak agak tidak terjadi guncangan, mengangkut zat nutrisi, membuang zat sisa, serta menjaga keseimbangan tekanan intrakranial.

b) Sel Mikroglia

Merupakan struktur sel yang berfungsi melindungi sistem saraf dari serangan mikroorganisme.

c) Sel Oligodendrosit

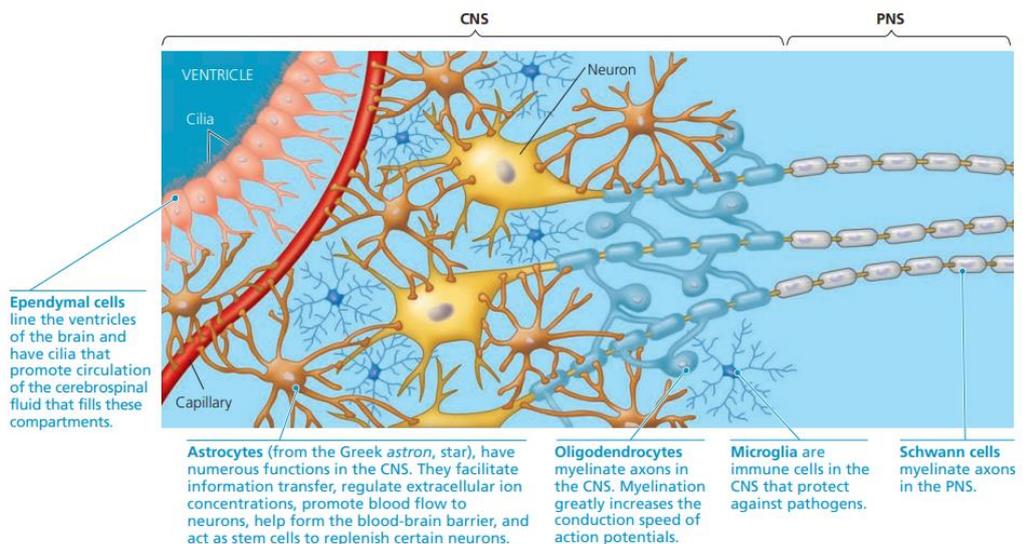
Merupakan sel yang berfungsi dalam memproduksi selubung mielin yang menyelubungi akson, aktivitas ini sangat penting pada sistem saraf vertebrata.

d) Sel Astrosit

Merupakan sel yang berfungsi yang sangat banyak dalam mendukung struktur neuron serta meregulasi konsentrasi ion dan neurontransmitter ekstraseluler. Sel astrosit dapat berperan sebagai sel punca yang mempunyai kemampuan totipotensi dalam meregenerasi neuron dan glia tambahan apabila mengalami kerusakan akibat cedera atau kecelakaan. Astrosit juga berperan membantu dalam melepaskan neurontransmitter serta membantu dalam transfer impuls pada sinapsis.

e) Sel Schwann

Merupakan sel yang menghasilkan selubung mielin pada sistem saraf tepi.



Gambar 2. 12 Struktur Glia

Sumber: (Urry *et al* , 2016, hal. 1085)

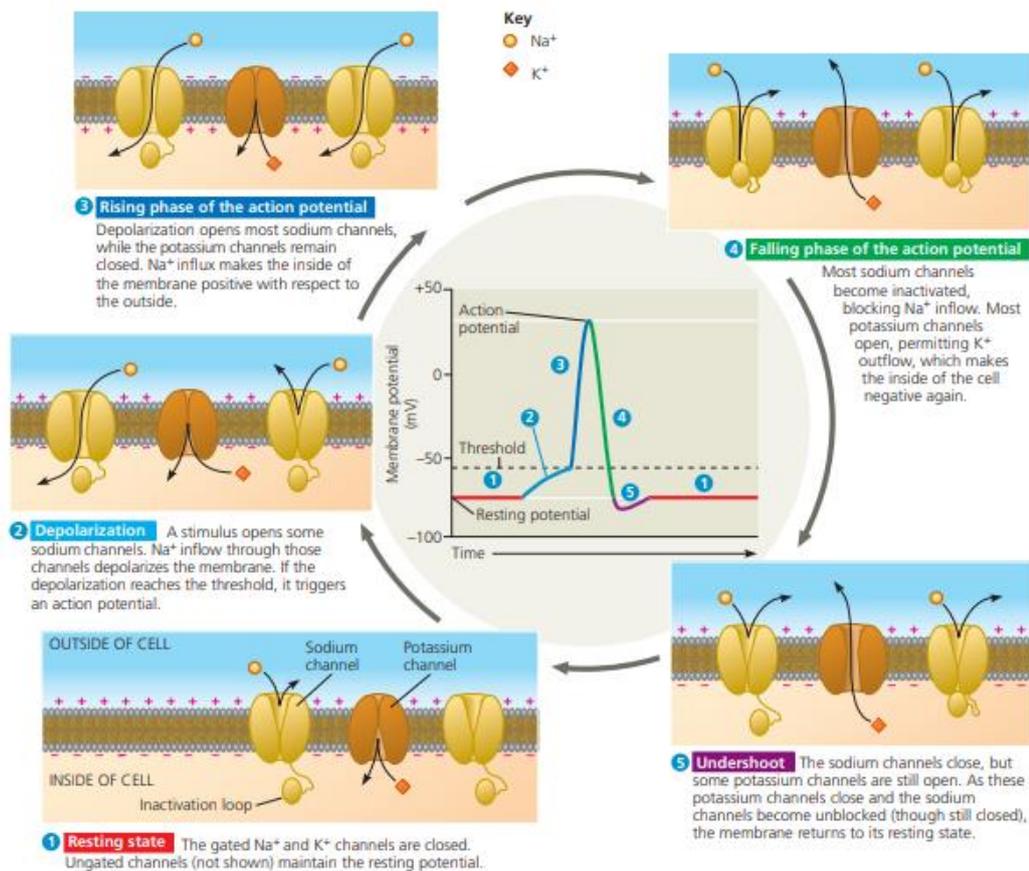
6) Mekanisme Penghantaran Impuls

Rangsangan (impuls) dihantarkan dari neuron ke neuron lainnya melewati suatu mekanisme yang kompleks. Mekanisme penghantaran impuls terjadi melalui 2 cara yakni melalui sel saraf dan sinapsis. Berikut penjelasan mekanisme penghantaran impuls:

a) Penghantaran Impuls Melewati Sel Saraf (Neuron)

Penghantaran impuls melewati membran sel saraf dapat terjadi karena adanya perbedaan muatan ion di dalam dan di luar sel, perbedaan muatan ion tersebut menyebabkan adanya perbedaan potensial listrik antara bagian luar dan bagian dalam sel. Perbedaan muatan ion pada bagian dalam dan luar membran sel disebabkan karena membran sel yang bersifat permeable dan ion yang ditransport secara aktif oleh pompa ion kalium dan natrium (Ferdinand & Ariebowo, 2009, hal. 152). Untuk memudahkan memahami jalannya impuls melalui sel saraf diuraikan melalui langkah-langkah berikut ini (Irnaningtyas, 2013, hal. 283):

- (1) Jika tidak ada rangsangan, sel saraf dalam keadaan polarisasi (istirahat) dimana bagian luar diisi oleh ion Na^+ dan bagian dalam sel diisi oleh ion K^+ . Sehingga, membuat muatan listrik di luar membrane dalam (+) dan muatan listrik bagian dalam sel adalah (-).
- (2) Ketika ada rangsangan, sel saraf melakukan depolarisasi, yaitu pembalikan muatan sel dengan meningkatkan permeabilitas membran sehingga memasukkan ion Na^+ . Depolarisasi menimbulkan potensial aksi dan daerah itu berpindah secara menjulur sepanjang perjalanan impuls. Seiring perpindahan daerah polarisasi, daerah yang telah dilewati impuls memulihkan muatannya dengan melepaskan ion K^+ . Polarisasi dan depolarisasi berlangsung secara berulang. Perbedaan muatan pada bagian yang mengalami polarisasi dan depolarisasi akan menyebabkan arus listrik dengan demikian impuls akan terhantar di sepanjang akson.
- (3) Sel saraf yang telah dilewati impuls mengalami masa refraktori, yaitu tidak peka terhadap rangsangan, karena dalam masa pemulihan.



Gambar 2. 13 Mekanisme Penghantaran Impuls Lewat Sel Saraf
 Sumber : (Urry *et al* , 2016, hal. 1072)

b) Penghantaran Impuls Melewati Sinapsis

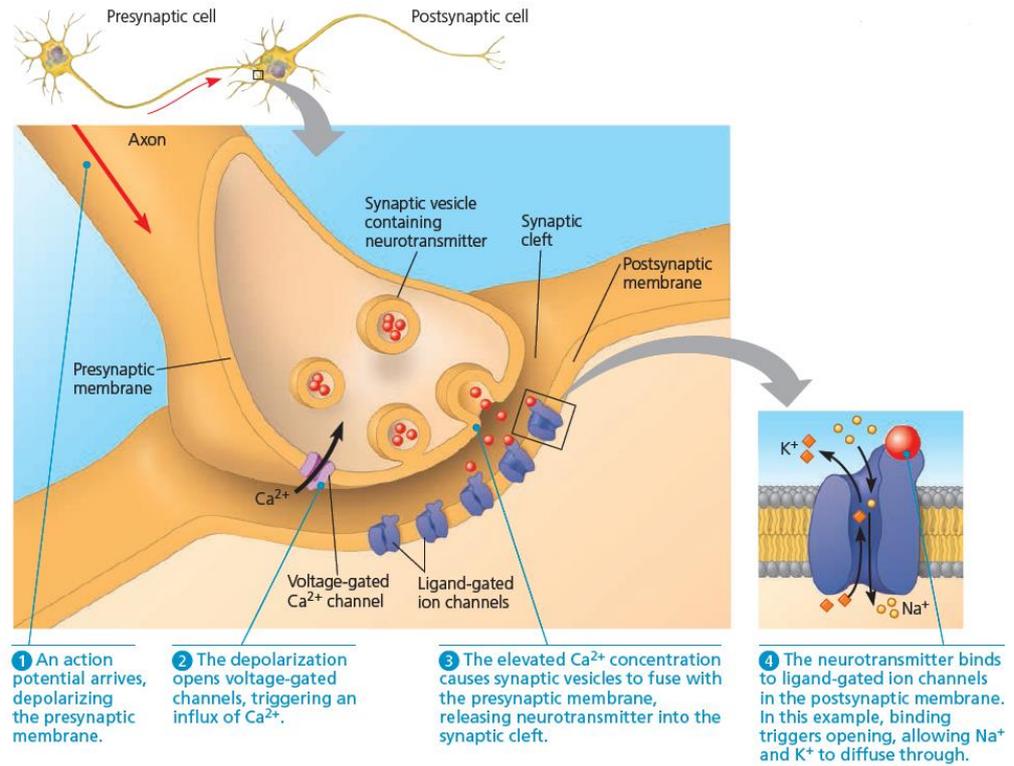
Setelah impuls dihantarkan melewati membran sel saraf, maka impuls akan sampai pada tombol sinapsis. Agar memudahkan dalam memahami mekanisme penghantaran impuls melewati sinapsis berikut penjelasan mengenai komponen-komponen sinapsis yang berperan dalam penghantaran impuls (Irnaningtyas, 2013, hal. 283) :

- (1) Tombol sinapsis, struktur akson yang melebar membentuk tonjolan kecil.
- (2) Membran pra-sinapsis, permukaan membran tombol sinapsis yang berfungsi melakukan transmisi rangsangan.
- (3) Membran post-sinapsis, merupakan permukaan dendrit dari sel yang dituju berfungsi sebagai penerima transmisi rangsangan.

- (4) Celah sinapsis, merupakan celah antara neuron satu dengan neuron lainnya, yang dilapisi oleh membran pra-sinapsis dan post-sinapsis.
- (5) Reseptor protein, yaitu protein yang mengikat neurotransmitter.
- (6) Saluran ion
- (7) Vesikel sinapsis, yaitu kantung yang berfungsi menyimpan neurotransmitter sebelum digunakan. Contoh neurotransmitter yang dikenal antara lain asetilkolin, dopamine, serotonin, norepinefrin, dan neuropeptide.
- (8) Neurotransmitter, zat kimia penghantar impuls antar sel saraf yang dihasilkan sel saraf pra-sinapsis.

Berikut langkah-langkah penghantaran impuls melewati sinapsis (Irnaningtyas, 2013, hal. 284):

- (1) Jika impuls tiba di tombol sinapsis, akan terjadi peningkatan permeabilitas membran prasinapsis terhadap ion Ca^{2+}
- (2) Akibatnya ion Ca^{2+} masuk dan gelembung sinapsis melebur dengan membran prasinapsis sambil melepaskan neurotransmitter ke celah sinapsis. Contohnya adalah asetilkolin.
- (3) Neurotransmitter berikatan ke bagian reseptor saluran ion di dalam membran post-sinapsis sehingga membuka saluran tersebut, sehingga ion K^+ maupun Na^+ dapat berdifusi ke dalam saluran tersebut.
- (4) Setelah neurotransmitter diterima oleh neuron post-sinapsis impuls akan mengalir ke neuron tersebut.
- (5) Kemudian neurotransmitter dilepaskan dari reseptor dan saluran tersebut menutup. kemudian neurotransmitter dihidrolisis oleh enzim asetilkolinesterase menjadi kolin dan asam etanoat kolin dan asam etanoat masuk kembali ke vesikel sinapsis untuk digunakan kembali.



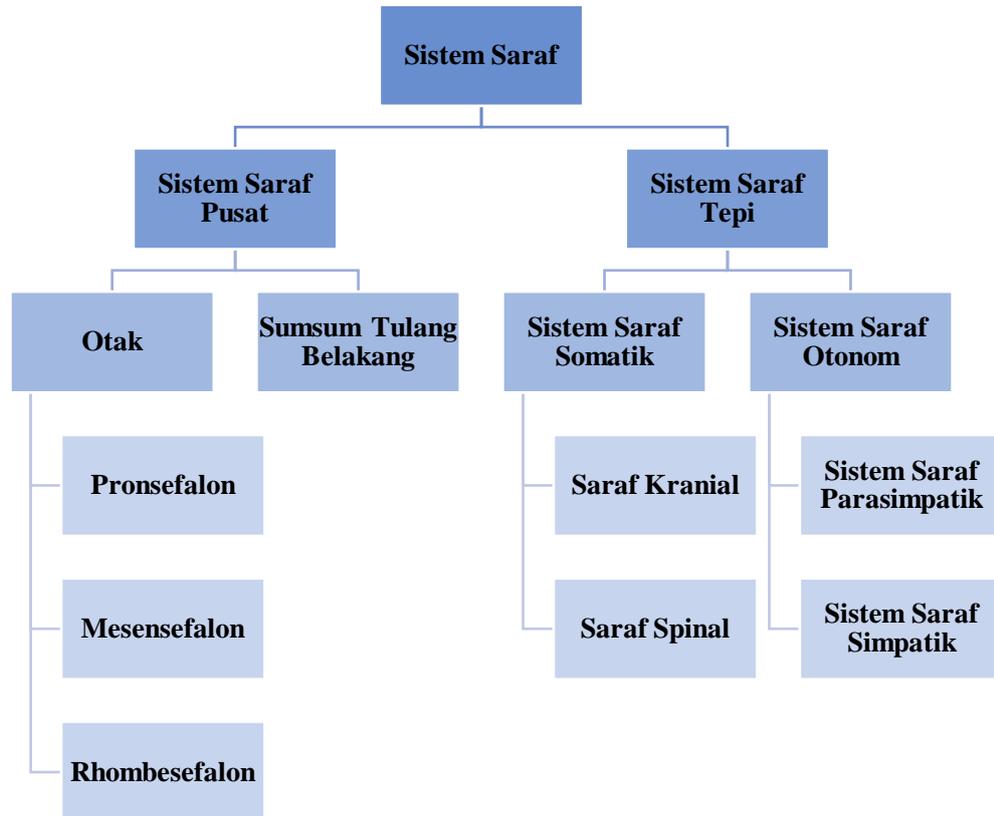
Gambar 2. 14 Mekanisme Penghantaran Impuls Lewat Sinapsis

Sumber: (Urry *et al*, 2016, hal. 1076)

7) Susunan Sistem Saraf pada Manusia

Sistem saraf pada manusia memiliki sistem yang kompleks terdiri atas organ-organ yang saling berinteraksi satu sama lain membentuk sistem saraf dalam mendukung mekanisme penghantaran impuls. Susunan sistem saraf pada vertebrata umumnya terbagi menjadi 2 jenis yaitu Sistem Saraf Pusat (SSP) dan Sistem Saraf Tepi yang terdiri atas organ-organ tertentu yang di jelaskan dalam peta konsep berikut ini:

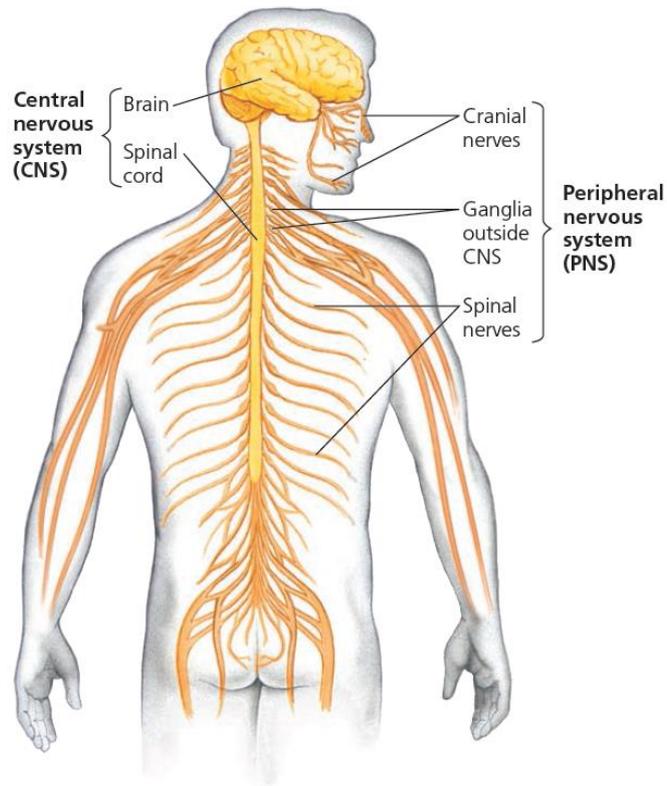
:



Gambar 2. 15 Peta Konsep Sistem Saraf

a) Sistem Saraf Pusat (SSP)

Sistem saraf pusat merupakan pusat pengendalian seluruh kegiatan dan pusat koordinasi pada tubuh manusia, baik gerak sadar maupun gerak tidak sadar (gerakan refleks). Otak dan sumsum tulang belakang merupakan organ yang menjadi penggerak sistem saraf pusat. Otak dan sumsum tulang belakang merupakan organ vital yang dilindungi oleh tulang, otak dilindungi oleh tulang tengkorak (cranium), sedangkan sumsum tulang belakang dilindungi oleh ruas-ruas tulang belakang (columna vertebralis).



Gambar 2. 16 Susunan Sistem Saraf Pusat pada Manusia

Sumber: (Urry *et al*, 2016, hal. 1086

Selain dilindungi oleh tulang, otak dan sumsum tulang belakang dilindungi oleh selaput meninges (meningia) yang terdiri atas 3 lapisan, yaitu (Ferdinand dan Ariebowo, 2009, hal. 157) :

(1) Piamater,

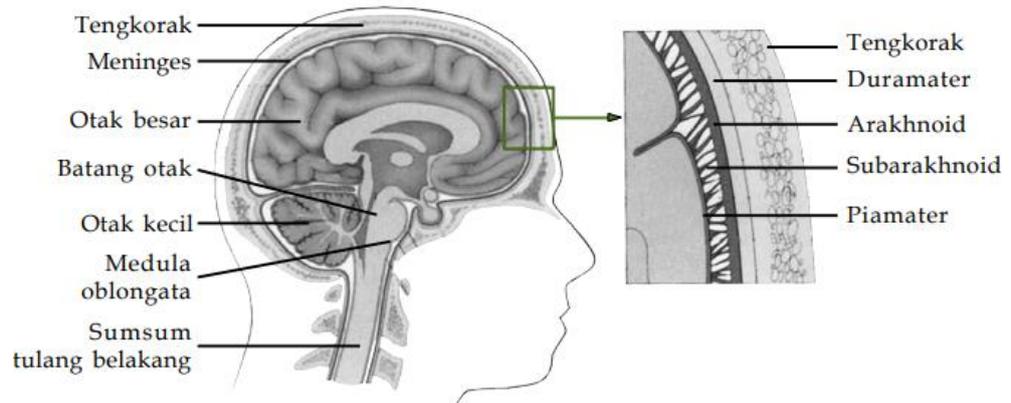
Merupakan lapisan yang menyelimuti sistem saraf pusat dan terletak paling dalam. Pada lapisan ini mengandung banyak pembuluh darah.

(2) Arakhnoid,

Lapisan ini berada diantara piamater dan duramater, berupa lapisan selaput tipis.

(3) Duramater

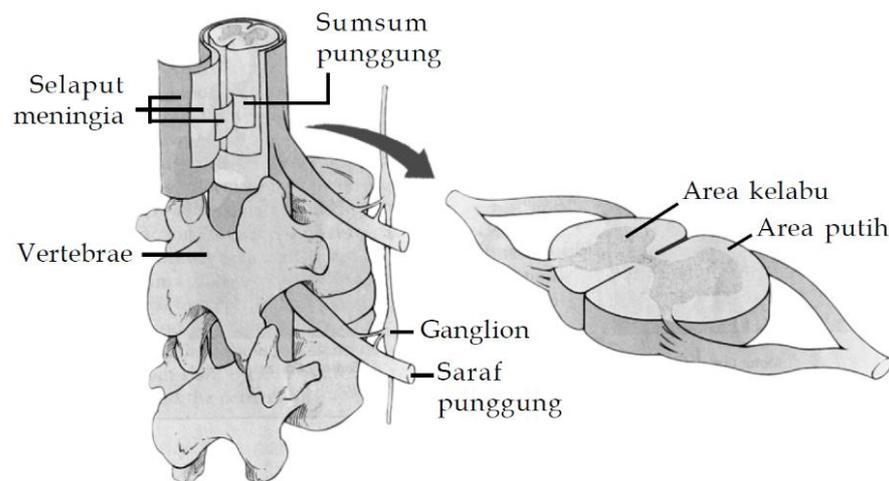
Merupakan lapisan yang terletak paling luar sehingga terhubung dengan tengkorak. Diantara lapisan arachnoid dan piamater terdapat cairan serebrospinal yang berfungsi menjaga otak dari guncangan dan benturan dengan tulang tengkorak (*cranium*).



Gambar 2. 17 Struktur Selaput Meninges

Sumber: (Ferdinand dan Ariebowo, 2009, hal. 158)

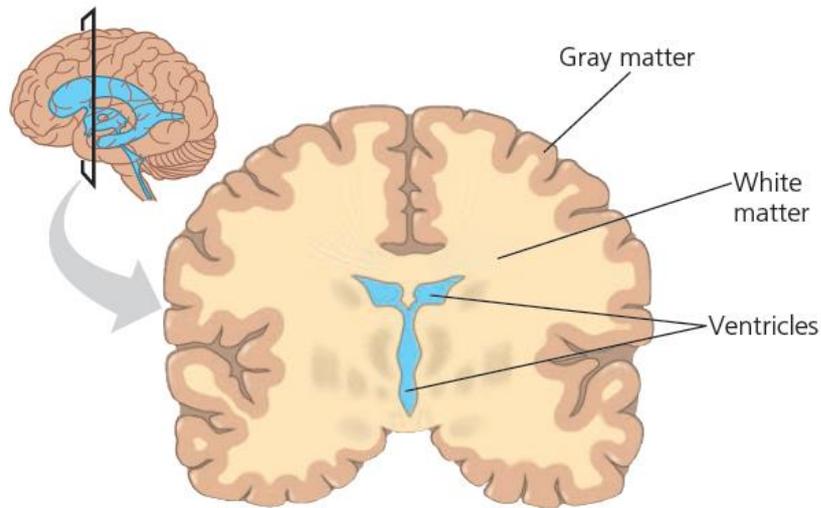
Ciri khas sistem saraf pusat baik otak maupun sumsum tulang belakang terdiri atas substansi abu-abu dan substansi putih. Substansi abu-abu (*gray matter*) terdiri atas dendrit, badan sel, dan akson yang tidak diselubungi oleh selubung mielin, sedangkan substansi putih (*white matter*) terdiri atas akson yang diselubungi oleh selubung mielin yang menyebabkan akson berwarna putih. Pada sumsum tulang belakang substansi putih terletak di bagian luar, karena berfungsi dalam mengaitkan sistem saraf pusat dengan neuron sensorik dan neuron motorik pada sistem saraf tepi (Urry *et al.*, 2016, hal. 1086). Berikut ilustrasi sistem saraf pusat yang terdiri atas substansi putih dan substansi abu-abu:



Gambar 2. 18 Struktur Substansi pada Sistem Saraf Pusat

Sumber: (Ferdinan dan Ariebowo, 2009, hal. 157)

Tidak seperti pada sumsum tulang belakang, substansi putih pada otak terlatak pada bagian dalam, karena terdapat persinyalan diantara sel-sel saraf pada otak dalam kegiatan pembelajaran, merasakan emosi, pengolahan informasi dari saraf sensorik, serta mengisiasi perintah dari otak untuk melakukan sebuah respon. Berikut merupakan gambaran letak substansi putih dan substansi abu-abu pada otak:

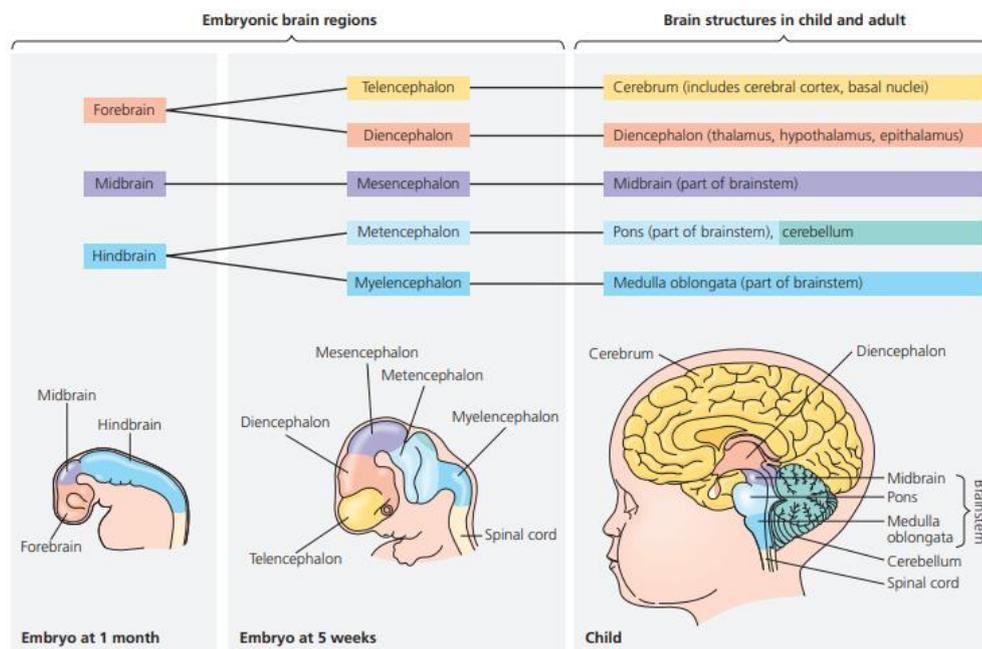


Gambar 2. 19 Substansi pada Otak
 Sumber: (Urry *et al*, 2016, hal. 1086)

(1) Otak

Otak merupakan organ yang berfungsi sebagai pusat koordinasi dalam tubuh. Otak diselubungi oleh selaput meninges dan tulang tengkorak (cranium) yang melindungi otak terhadap guncangan. Permukaan otak berlekuk-lekuk yang merupakan pengembangan sel saraf (neuron) yang berada di dalamnya. Maka jika otak seseorang semakin berkembang, maka akan semakin banyak lekukannya. Lekukan yang berarah ke dalam (lembah) disebut sulkus dan lekukan yang berarah ke atas (gunungan) dinamakan girus. Otak pada manusia, pada awal perkembangan embrio otak terbagi menjadi 3 bagian utama yaitu otak depan (prosencefalon), otak tengah (mesencefalon), dan otak belakang (rhombensefalon), lalu otak terbagi lagi menjadi 5 bagian. Bagian otak depan (prosencefalon) terbagi menjadi 2 bagian yaitu telensefalon dan diensefalon, sedangkan otak belakang terbagi menjadi metensefalon dan mielensefalon. Perkembangan otak yang terbagi menjadi 5 bagian tersebut terjadi oada perkembangan embrio di dalam Rahim pada minggu

ke 5 (Urry *et al*, 2016, hal. 1090). Berikut ini merupakan gambaran perkembangan otak pada embrio



Gambar 2. 20 Perkembangan Otak pada Embrio

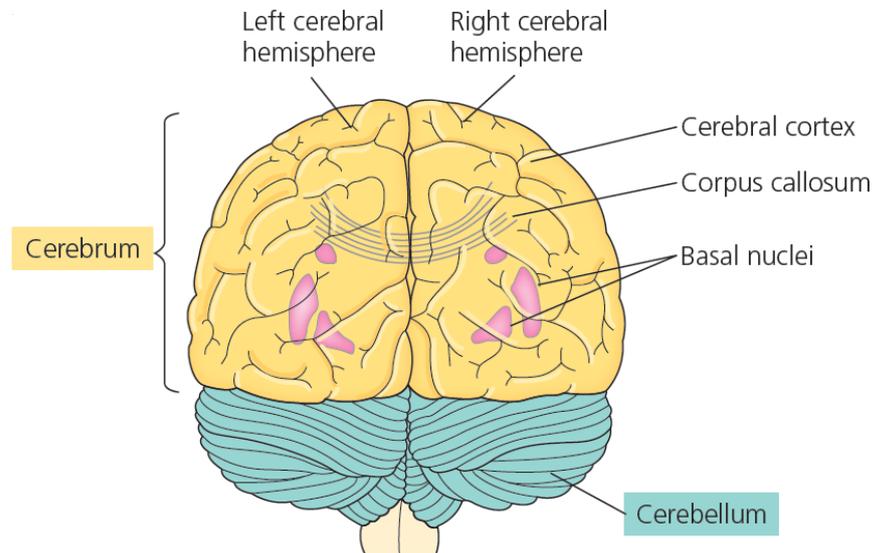
Sumber: (Urry *et al* , 2016, hal. 1090)

(a) Otak Depan (Prosensefalon)

1) Serebrum (Otak Besar)

Merupakan bagian otak terbesar mencapai 80% dari keseluruhan bagian otak yang merupakan pusat pengolahan informasi pada manusia. Otak terbagi menjadi bagian hemisfer kanan dan hemisfer kiri, yang mempunyai kinerja terdapat tubuh yang berlawanan. Bagian otak hemisfer kanan bertanggung jawab dalam pergerakan tubuh bagian kiri, begitu juga sebaliknya pada hemisfer bagian kiri yang bertanggung jawab dalam pergerakan tubuh bagian kanan. Setiap belahan hemisfer terdiri atas lapisan substansi abu-abu (*gray matter*) pada bagian luar, lapisan substansi putih (*white matter*) pada bagian dalam dan, nucleus basal berupa kumpulan neuron yang terletak di bagian dalam substansi putih. Bagian korteks serebral mempunyai permukaan yang sangat luas dapat mencapai 1000 cm² dengan ketebalan 5 mm namun dapat cukup dalam tengkorak karena mempunyai permukaan yang berlipat-lipat. Serebrum berperan sangat penting pada manusia,

karena berfungsi dalam kesadaran, ingatan, kecerdasan, persepsi, pembelajaran dan interpretasi kesan (Urry *et al*, 2016, hal. 1091).



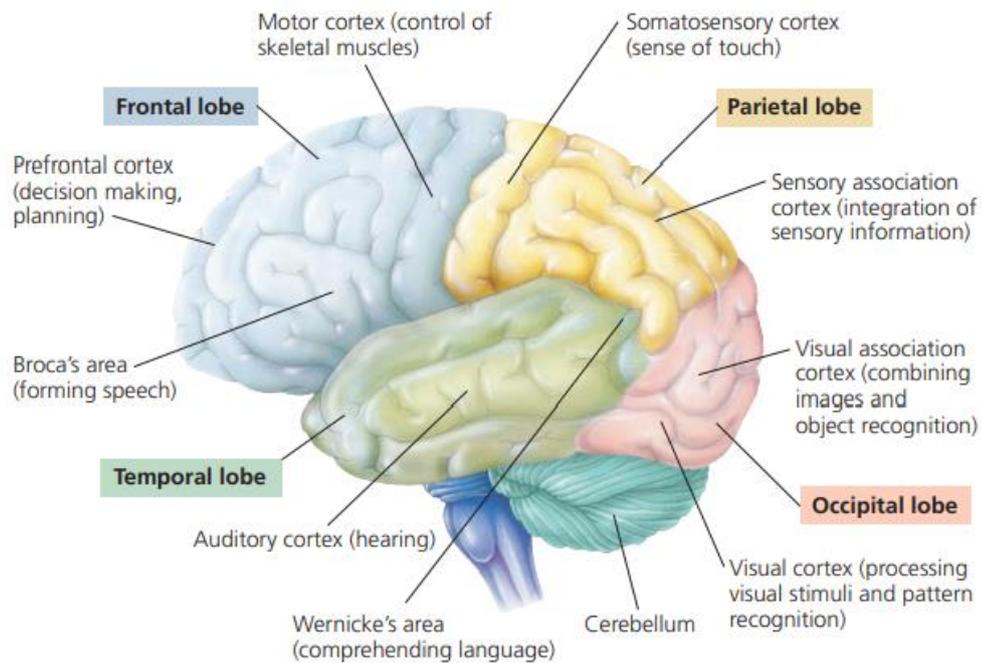
Gambar 2. 21 Struktur Otak Tampak Belakang

Sumber: (Urry *et al*, 2016, hal. 1091)

Korteks serebral terbagi menjadi 4 bagian yang namanya sesuai dengan bagian tengkorak yaitu lobus frontal, pariental, oksipital, dan pariental (Campbell *et al*, 2010, hal. 247). Setiap bagian lobus diidentifikasi menjadi beberapa bagian sesuai dengan fungsinya yaitu area sensori, area motorik, dan area asosiasi (Irnaningtyas, 2013, hal. 287).

1. Area sensorik, bertanggung jawab dalam mekanisme penerimaan rangsang dari organ yang berfungsi sebagai reseptor.
2. Area motorik, berfungsi dalam menanggapi impuls melalui instruksi efektor sehingga sampai ke otak, seperti otot dan kelenjar.
3. Area asosiasi, berperan dalam proses belajar, seperti belajar bahasa, berfikir, membuat keputusan, hingga menyimpan ingatan.

Berikut ini merupakan gambaran bagian lobus yang teridentifikasi menjadi area sensorik, motorik, dan asosiasi:



Gambar 2. 22 Struktur Bagian Otak berdasarkan fungsinya

Sumber: (Urry *et al*, 2016, hal. 1095)

1. Lobus frontalis, merupakan daerah korteks motorik berfungsi mengatur pergerakan (motorik) sedangkan lobus lain bertanggung jawab terhadap penerima informasi sensoris dari reseptor di seluruh tubuh, kemampuan bicara, area asosiasi penghubung sensorik dan motorik.
2. Lobus parietalis (ubun-ubun) merupakan daerah korteks somatosensoris yang bertanggung jawab untuk menerima dan memproses informasi sensoris seperti kegiatan mengecap, membaca, berbicara, merasakan dingin, panas, sakit fisik dan non fisik. Selain itu bagian ini menjadi area asosiasi somatosensoris.
3. Lobus temporalis (pelipis) memiliki fungsi hampir sama dengan parietalis namun lebih fokus terhadap penciuman, pendengaran (pusat Wernich), dan pusat berbicara (pusat Brocca), sehingga terdapat daerah asosiasi auditorik.
4. Lobus oksipitalis (belakang kepala) memiliki fungsi yang mirip dengan dua lobus sebelumnya namun bertanggung jawab penuh pada kegiatan penglihatan dan area asosiasi visual. Bagian ini dapat pula menyampaikan apa yang dialami juga dipikirkan.

2) Talamus

Merupakan organ yang mengandung banyak badan sel neuron, berfungsi dalam memilah informasi yang diterima dari semua reseptor dalam tubuh, lalu selanjutnya dihantarkan ke pusat serebral untuk diolah lebih lanjut. Talamus juga berperan dalam mengatur emosi dan keadaan bangun. Talamus terbagi menjadi 2 bagian, masing-masing berukuran sebesar kacang walnut (Campbell *et al*, 2010, hal. 244).

3) Hipotalamus

Hipotalamus berfungsi dalam mengatur kinerja kelenjar hipofisis sehingga dapat mengekspresikan berbagai macam hormon dalam tubuh. Meskipun ukuran hipotalamus lebih kecil dari thalamus, mempunyai fungsi yang sangat penting dalam mengontrol homeostatis (Campbell, 2010, hal. 244). Hipotalamus juga berperan dalam mekanisme sistem saraf autonom dalam mengatur suhu tubuh, lapar, haus, selera makan tekanan darah, tingkah laku, dan keseimbangan metabolisme (Irnaningtyas, 2013, hal. 288). Hipotalamus memiliki sel saraf yang disebut nucleus suprakiasmatis yang meregulasi jam biologis, yang mengatur siklus tubuh harian seperti waktu tidur dan bangun (Campbell, 2010, hal. 244).

4) Kelenjar Pituitari

Kelenjar pituitari disebut juga dengan hipofisis merupakan bagian dari kelenjar endokrin, terletak tepat dibawah hipotalamus yang dihubungkan oleh sebuah tungkai kecil, tepatnya pada lekuk kecil di dasar tengkorak. Berfungsi dalam sekresi hormon (Irnaningtyas, 2013, hal. 289).

(b) Otak Tengah (Mesensefalon)

Bagian otak tengah (mesensefalon) memiliki ukuran yang sangat kecil dan kurang terlihat. Terbagi atas 2 bagian yaitu kolikuli superior dan kolikuli inferior. Kolikuli superior atau lobus optik berperan dalam mengatur pergerakan bola mata, refleks pupil, dan refleks akomodasi. Kolikuli inferior berperan dalam pendengaran (Irnaningtyas, 2013, hal. 289).

(c) Otak Belakang (Rhombensefalon)

1) Serebelum

Merupakan bagian yang berkembang dari metensefalon. Serebelum mempunyai struktur permukaan yang berlipat-lipat, terletak pada bagian belakang otak, terbagi atas 2 massa kanan dan kiri yang dipisahkan oleh fisura transversalis. Serebelum berfungsi dalam mengatur keseimbangan dan koordinasi Gerakan motorik. Selain serebelum juga berfungsi dalam menerima rangsangan dari saraf sensoris seperti pergerakan otot, persendian, pendengaran, penglihatan yang diperintahkan serebrum. Informasi yang diterima oleh serebelum terlebih dahulu melewati jembatan varol (pons varolii) dari serebrum (Campbell *et al* 1, 2010, hal. 244).

2) Pons

Pons (pons varolii) atau jembatan varol terletak diantara otak tengah dan medulla oblongata, tepat di depan serebelum. Pons memiliki struktur berbentuk serabut tebal penyambung hemisfer serebelum sehingga dapat mengkoordinasikan gerakan otot masing-masing sisi tubuh. Pons berfungsi dalam mengantarkan impuls dari serebelum ke serebrum sekaligus menyambungkan keduanya dengan medula oblongata.

3) Medula Oblongata

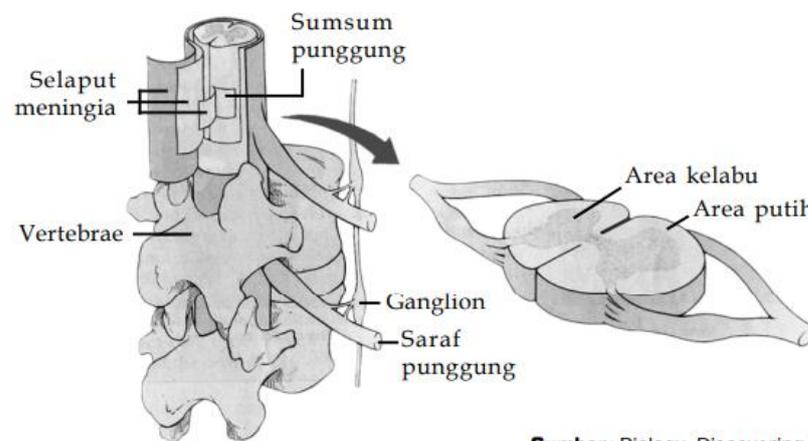
Medula oblongata merupakan jalan penghubung antara otak dan sumsum tulang belakang, sehingga dikenal juga dengan sumsum lanjutan. Medula oblongata berfungsi dalam meregulasi tekanan darah melalui pelebaran dan penyempitan pembuluh darah, denyut jantung, mengatur suhu tubuh, mengatur pernafasan melalui rangsangan otot antar tulang rusuk juga diafragma, mengatur sekresi ludah, menelan, batuk, bersin, dan gerak peristaltik.

(d) Sumsum Tulang Belakang

Sumsum tulang belakang pada manusia merupakan organ yang vital karena merupakan bagian dari sistem saraf pusat, yang dilindungi oleh ruas-ruas tulang belakang (columna vertebralis), yang terbagi atas tulang serviks, toraks, lumbar, dan sakral. Sumsum tulang belakang yang dilindungi ruas-ruas tulang belakang membentang secara vertikal yang berfungsi sebagai penyokong tubuh mempunyai

panjang sekitar 43-45 cm. Terdapat sekitar 31 pasang saraf yang tersebar membentang dari bagian otak hingga tulang ekor. (Ferdinan dan Ariebowo, 2009, hal. 161).

Saat sumsum tulang belakang dipotong secara melintang akan terlihat bagian bagian yang terdiri atas substansi alba (substansi putih) dan substansi grisea (substansi abu-abu), yang tampak seperti kupu-kupu. Dalam struktur substansi grisea terdapat kanal sentral berupa saluran tengah berisi cairan serebrospina yang menghubungkan dengan rongga ventrikel di dalam otak. Substansi alba berfungsi dalam menghantarkan impuls menuju sistem saraf pusat yaitu otak dan dari otak ke efektor yaitu sel dan otot, berfungsi demikian karena banyak mengandung akson bermielin yang juga menyebabkan struktur substansi alba berwarna putih. Substansi grisea terbagi menjadi 2 bagian yaitu akar dorsal dan akar ventral. Akar dorsal mempunyai neuron sensori yang mengandung banyak derit yang berhubungan langsung dalam reseptor, sedangkan akar ventral mengandung badan sel saraf motoric yang menghantarkan impuls dari otak ke efektor.



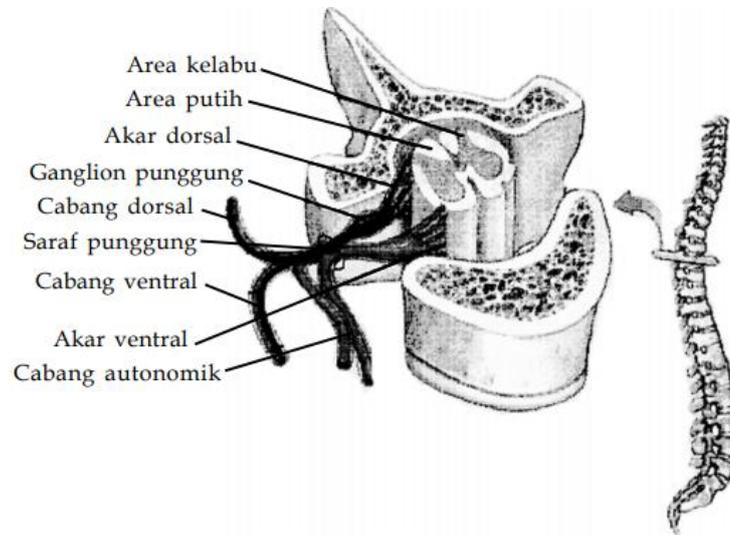
Sumber: Biology: Discovering Life, 1991

Gambar 2. 23 Struktur Sumsum Tulang Belakang

Sumber: (Ferdinan dan Aribowo, 2009 hal. 157)

Sama seperti otak, sumsum tulang belakang juga dilindungi oleh selaput meninges (selaput meningia) yang berfungsi dalam menjaga sumsum tulang belakang dari guncangan dan cedera. Fungsi utama sumsum tulang belakang adalah menghantarkan rangsangan dari dan ke otak, serta berfungsi dalam mekanime

penghantaran impuls pada gerak refleks, dimana merupakan gerak yang mempunyai jalan terpendek (Irnaningtyas, 2013, hal. 290).



Gambar 2. 24 Struktur Melintang Sumsum Tulang Belakang
Sumber: (Ferdinan dan Ariebowo, 2009, hal. 161)

b) Sistem Saraf Tepi

Sistem saraf tepi merupakan saraf yang berhubungan dalam mekanisme penghantaran impuls dari dan ke sistem saraf pusat. Sistem saraf tepi dalam mekanisme penghantaran impuls terbagi menjadi 2 jenis yaitu sistem saraf somatic dan sistem saraf otonom. Kedua jenis sistem saraf tersebut, dibangun oleh sistem saraf yang dibedakan berdasarkan arah impulsnya yaitu saraf sensorik (afere) dan saraf motorik (eferen). Sistem saraf somatic berfungsi dalam menghantarkan impuls dari reseptor ke sistem saraf pusat, sedangkan sistem saraf motoric berfungsi dalam menghantarkan impuls dari sistem saraf pusat ke efektor (Irnaningtyas, 2013, hal. 290).

(1) Sistem Saraf Somatik

Merupakan sistem saraf yang terdiri atas saraf motorik, yang menghantarkan impuls dari sistem saraf pusat ke efektor. Sistem saraf somatic tersusun atas 12 pasang saraf kranial dan 31 saraf spinal. Saraf-saraf ini berfungsi dalam menghantarkan impuls dari reseptor ke sistem saraf pusat, maupun sebaliknya dari sistem saraf pusat ke efektor (Irnaningtyas, 2013, hal. 290).

(a) Sistem Saraf Kranial

Terdiri atas 12 saraf kranial yang umumnya terhubung dengan saraf yang berada pada daerah kepala dan muka. Saraf kranial mengandung saraf sensorik maupun motorik. Namun ada beberapa saraf yang hanya memiliki satu jenis sel saraf sensorik atau motorik. Sebagai contoh saraf olfaktori dan optik hanya mengandung sel saraf sensorik (Campbell *et al*, 2010, hal. 240). Berikut ini merupakan tabel 2.2 saraf kranial:

Tabel 2. 2 Saraf Kranial

No.	Nama Saraf	Tipe	Fungsi
1	Olfaktori	Sensorik	Penciuman
2	Optik	Sensorik	Penglihatan
3	Okulomotor	Motorik	Pergerakan otot bola mata dan kelopak mata
4	Troklear	Motorik	Pergerakan otot bola mata
5	Trigeminar	Campuran	Sensorik: sensasi di wajah dan mulut Motorik: mengunyah
6	Akusena	Motorik	Pergerakan bola mata
7	Fasial	Campuran	Sensorik: rasa, motorik: pergerakan di wajah dan kelenjar pencernaan
8	Auditori	Sensorik	Pendengaran dan keseimbangan tubuh
9	Glosfaring	Campuran	Sensorik: rasa, motorik: menelan
10	Vagus	Campuran	Saraf utama untuk sistem saraf pusat parasimpatik
11	Aksesori	Motorik	Menelan dan pergerakan leher
12	Hipoglosal	Motorik	Otot di lidah

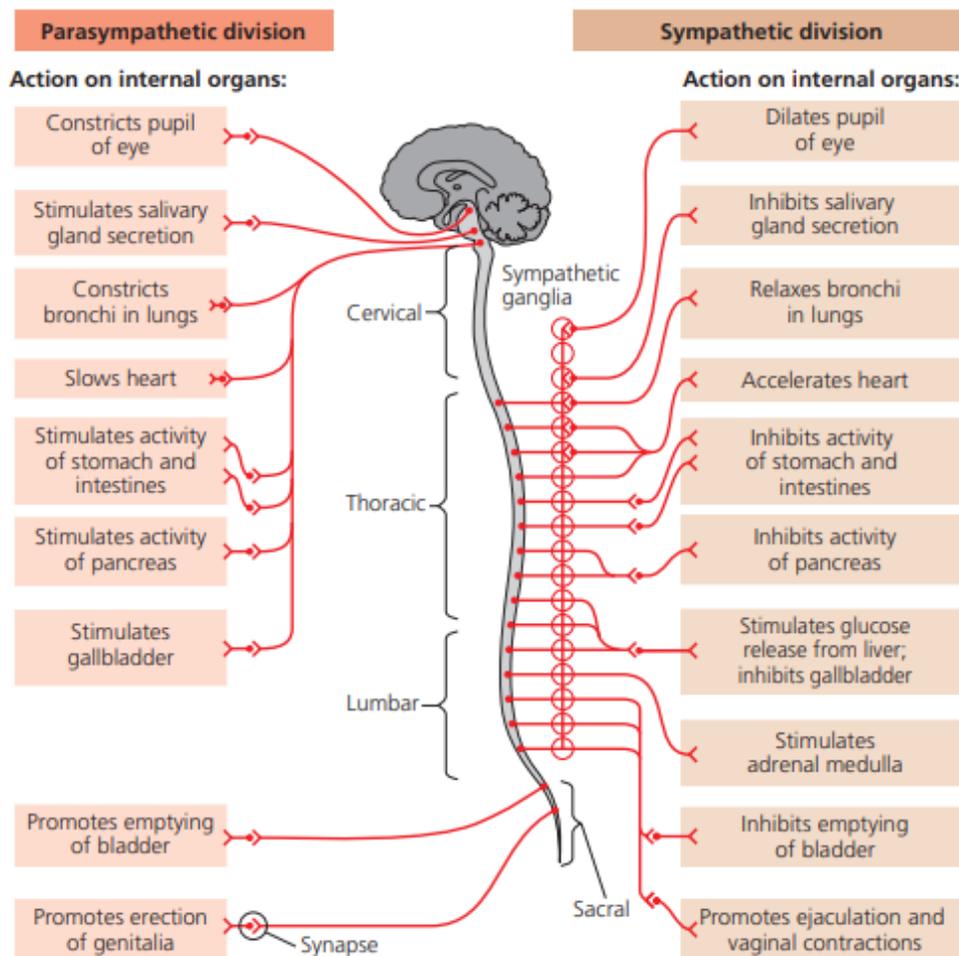
Sumber: (Ferdinand dan Ariebowo, 2009, hal. 161)

(b) Sistem Saraf Spinal

Sistem saraf spinal terdiri atas 31 pasang saraf yang terletak sepanjang sumsum tulang belakang. Sistem saraf spinal terdiri atas sel saraf sensorik dan motorik. Sel saraf sensorik tersusun atas denrit yang berasal dari akar dorsal, sedangkan sel saraf motorik mengandung akson yang terhubung ke efektor, saraf motorik mengandung akson yang terhubung ke efektor (Irnaningtyas, 2013, hal. 291)

(2) Sistem Saraf Otonom

Merupakan sistem saraf tepi yang berfungsi dalam mengatur mekanisme kegiatan organ-organ dalam, seperti kelenjar, keringat, otot perut, pembuluh darah, dan alat reproduksi. Sistem saraf otonom terbagi menjadi 2 jenis yaitu sistem saraf simpatik dan parasimpatik. Kedua jenis sistem saraf ini mempunyai kinerja yang berlawanan disebut dengan antagonis. Sistem saraf simpatik berfungsi dalam merangsang kerja organ, sebaliknya sistem saraf parasimpatik berperan dalam menghambat kerja organ. Sistem kerja sistem saraf otonom yang berlawanan disebabkan karena neurotransmitter yang dihasilkan berbeda. Sistem saraf simpatik menghasilkan neurotransmitter nonadrenalin, sedangkan parasimpatik menghasilkan neurotransmitter asetilkolin.

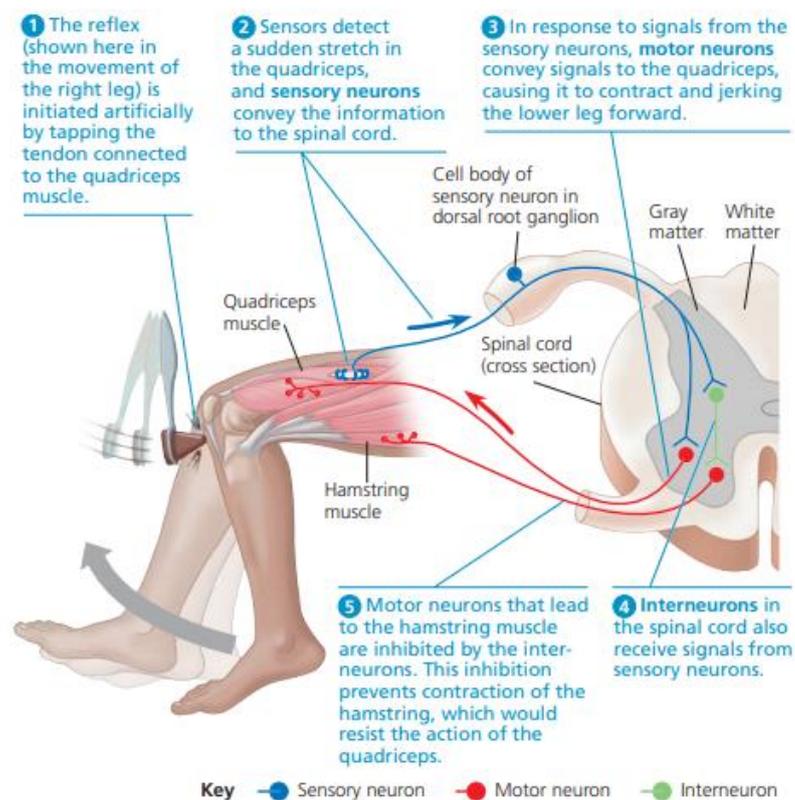


Gambar 2. 25 Sistem Saraf Otonom
Sumber : (Urry *et al* , 2016, hal. 1088)

8) Mekanisme Gerak Refleks

Gerak refleks merupakan gerak tanpa adanya perintah dari otak, juga dikenal dengan respon otomatis, yang bekerja dalam jalur sistem saraf tepi tepatnya pada sistem saraf somatik. Gerak refleks ini bersifat tidak sadar terkadang muncul ketika hendak melindungi tubuh, misalnya saat bagian tubuh terkena panas secara otomatis bagian tubuh akan menjauh dari sumber panas. Gerak refleks terjadi melalui jalur yang pendek yaitu melalui jalur lengkung refleks (*refleks arc*). Berikut mekanisme terjadinya gerak refleks:

- (a) Rangsangan (impuls) diterima oleh reseptor tubuh, dapat berupa rasa panas atau sakit.
- (b) Rangsangan (impuls) diteruskan oleh saraf sensori ke sistem saraf pusat, yaitu sumsum tulang belakang. Dalam sumsum tulang belakang terdapat pusat integrasi pada lengkung refleks, dapat berupa serangkaian interneuron.
- (c) Lalu rangsangan (impuls) dihantarkan dari sistem saraf pusat integrasi ke efektor yaitu otot, yang akan berkontraksi.



Gambar 2. 26 Mekanisme Gerak Refleks
Sumber : (Urry *et al* , 2016, hal. 1087)

9) Gangguan pada Sistem Saraf

a) Parkinson

Parkinson merupakan penyakit dimana penderita mengalami gejala tangan gemetar, sulit melakukan gerakan atau lamban, dan kekakuan otot. Bahkan penderita sulit menyeimbangkan tubuhnya, dan otot wajah yang kaku sehingga sulit melakukan ekspresi. Hingga kini faktor penyebab penyakit parkinson belum diketahui secara pasti, namun kebanyakan penderita berusia 65-85 tahun. Penyakit parkinson termasuk kedalam penyakit gangguan fungsi sistem saraf, karena otak tidak dapat melepaskan neurotransmitter dopamin pada sinapsis di nucleus basal, tepatnya pada otak tengah. Hingga saat ini belum ada pengobatan yang dapat menyembuhkan penyakit parkinson, pengobatan hanya dilakukan sebatas mengurangi gejala yang ditimbulkan, diantaranya dengan cara operasi otak, perangsangan deep brain, dan pemberian obat-obatan seperti L-dopa suatu molekul yang dapat melintasi penghalangan darah-otak yang dapat menghasilkan dopamin (Campbell *et al*, 2010, hal. 255-256).

b) Skizoprenia

Skizoprenia merupakan penyakit gangguan mental, dimana penderita sulit membedakan dunia nyata dan pikirannya sendiri. Penderita mengalami gejala seperti halusinasi, delusi, pemikiran yang kacau, hingga perubahan perilaku. Hingga kini penyebab skizoprenia belum diketahui secara pasti, namun beberapa penelitian menyebutkan bahwa faktor genetik berperan kuat dalam penyebaran penyakit skizoprenia. Penyebab gejala skizoprenia adanya kelainan jalur-jalur neuronal yang menggunakan neurotransmitter jenis dopamine. Belum ada obat yang dapat mengobati skizoprenia secara utuh obat-obatan hanya dapat mengurangi gejala-gejala yang ditimbulkan, bahkan obat-obatan yang dipakai seringkali menimbulkan kecanduan dan efek samping pada anggota tubuh yang lain (Cambell *et al*, 2010, hal. 253).

c) Alzheimer

Merupakan penyakit gangguan sistem saraf yang menyebabkan penderita mengalami kebingungan, kehilangan memori, bahkan sulit mengenali orang terdekatnya seperti keluarga. Alzheimer menyebabkan kematian sel saraf pada beberapa area otak seperti, hipokampus dan korteks serebral. Hingga beum

diketahui secara pasti penyebab Alzheimer, peneliti mengemukakan faktor genetik menjadi pemicu utama. Hingga saat ini belum ada obat yang dapat menyembuhkan penyakit alzheimer, pengobatan hanya dilakukan sebatas mengurangi gejala yang ditimbulkan (Campbell *et al*, 2010, hal. 254-255).

d) Epilepsi

Epilepsi merupakan suatu penyakit akibat tidak normalnya pola aktivitas listrik pada otak, yaitu dilepaskannya letusan-letusan listrik (impuls) pada neuron-neuron di otak. Gejala penyakit epilepsi yaitu keluhan kejang, sensasi dan perilaku yang tidak biasa, hingga hilang kesadaran. Penyebab penyakit epilepsi dapat disebabkan oleh kombinasi beberapa faktor penyebab seperti ketidakseimbangan zat kimia di dalam otak dan kelainan pada jaringan otak. Penyakit ini dapat diderita pada usia anak-anak baik pria maupun wanita. Pengobatan penyakit epilepsi dapat dengan pengobatan yang mengendalikan gejala kejang serta menstabilkan aktivitas listrik dalam otak.

e) Neuritis

Neuritis merupakan penyakit peradangan pada saraf. Peradangan ini dapat diakibatkan oleh tekanan, benturan, pukulan, patah tulang, maupun kekurangan vitamin B. Gejala yang dialami oleh penderita adalah sensasi geli, terbakar, dan sensasi abnormal di area saraf yang meradang. Gejala lainnya termasuk nyeri yang menusuk dan otot yang lemah. Untuk pengobatan penyakit tersebut diantaranya pemberian suplemen vitamin B, prosedur bedah, dan terapi medis.

10) Bahaya NAPZA terhadap Sistem Saraf

NAPZA (Narkotika, Psikotropika, dan Zat Adiktif) merupakan suatu zat yang apabila masuk ke dalam tubuh dalam mempengaruhi kesehatan terutama pada sistem saraf manusia. Gangguan kesehatan yang terjadi dapat berupa fisik dan psikis, bahkan dapat mempengaruhi sosial yang memakainya. NAPZA disebut juga sebagai zat psikoaktif karena berpengaruh terhadap kinerja otak, sehingga dapat menimbulkan gejala seperti ketagihan (adiksi) dan ketergantungan (dependensi). Obat-obatan yang tergolong narkotika, psikotropika, dan zat adiktif merupakan hal yang berbeda dan memiliki karakteristik serta efek yang berbeda pula (Alifia, 2019).

Narkotika menurut undang-undang nomor 35 tahun 2009 merupakan zat yang dapat membuat kesadaran seseorang menurun, dan dapat menghilangkan rasa nyeri dalam tubuh untuk sementara waktu. Dalam dunia kedokteran obat-obatan jenis narkotika banyak dipakai sebagai obat bius dan aman apabila sesuai dengan anjuran dan resep dokter, dan biasa digunakan dalam pelaksanaan operasi. Namun berbahaya bagi tubuh apabila disalahgunakan. Narkotika dapat terbuat dari bahan alami, sintetis maupun semi-sintesis, yaitu zat narkotika yang berasal dari bahan alami yang diolah kembali. Contohnya adalah zat opium yang berasal dari *Pavaver somniferum* (Alifia, 2019).

Psikotropika merupakan zat atau obat yang dapat mempengaruhi kinerja susunan sistem saraf sehingga mempengaruhi aktivitas mental dan perilaku seseorang, sehingga seseorang dapat berperilaku hiperaktif. Sama seperti narkoba psikotropika berasal dari bahan alami maupun sintetis contohnya ekstasi dan sabu-sabu. Sedangkan zat adiktif adalah Semua jenis zat atau obat yang jika dipakai terus menerus akan membuat seseorang ketagihan (adiksi), contohnya rokok dan minuman beralkohol.

Efek yang ditimbulkan dari penggunaan NAPZA dibedakan menjadi 3 jenis yaitu stimulan, depresan, dan halusinogen. Efek stimulan menyebabkan organ tubuh seperti otak dan jantung terangsang untuk bekerja lebih cepat contohnya yaitu sabu sabu, ekstasi, kokain, dan kafein. Cara kerja efek stimulan digambarkan dengan langkah-langkah berikut ini (Abror, 2020):

- a) Saat tubuh manusia mengalami kelelahan akan menghasilkan suatu zat yang disebut adenosin, jika zat tersebut bertemu dengan reseptor yang berada di otak, maka otak akan memberikan perintah untuk segera beristirahat.
- b) Lain hal apabila seseorang terpengaruh oleh zat stimulan akan kesulitan untuk beristirahat, karena struktur zat stimulan sama dengan struktur zat adenosin, sehingga otak cenderung menerima zat-zat stimulan dan memberikan reaksi tubuh yang merasa selalu berenergi.
- c) Apabila konsumsi zat stimulan dihentikan, maka tubuh akan memberikan respon intensitas kelelahan yang lebih besar dibandingkan sebelumnya, hal tersebut dapat terjadi karena reseptor yang terletak pada otak akan berikatan dengan zat adenosin lebih banyak.

Depresan adalah zat yang menyebabkan reaksi berupa aktivitas pemakainya melambat, karena zat depresan mengurangi kinerja sel saraf dalam sistem saraf pusat. Contohnya penggunaan alkohol, berikut mekanisme alkohol yang menyebabkan efek depresan dalam tubuh manusia (Abror, 2020):

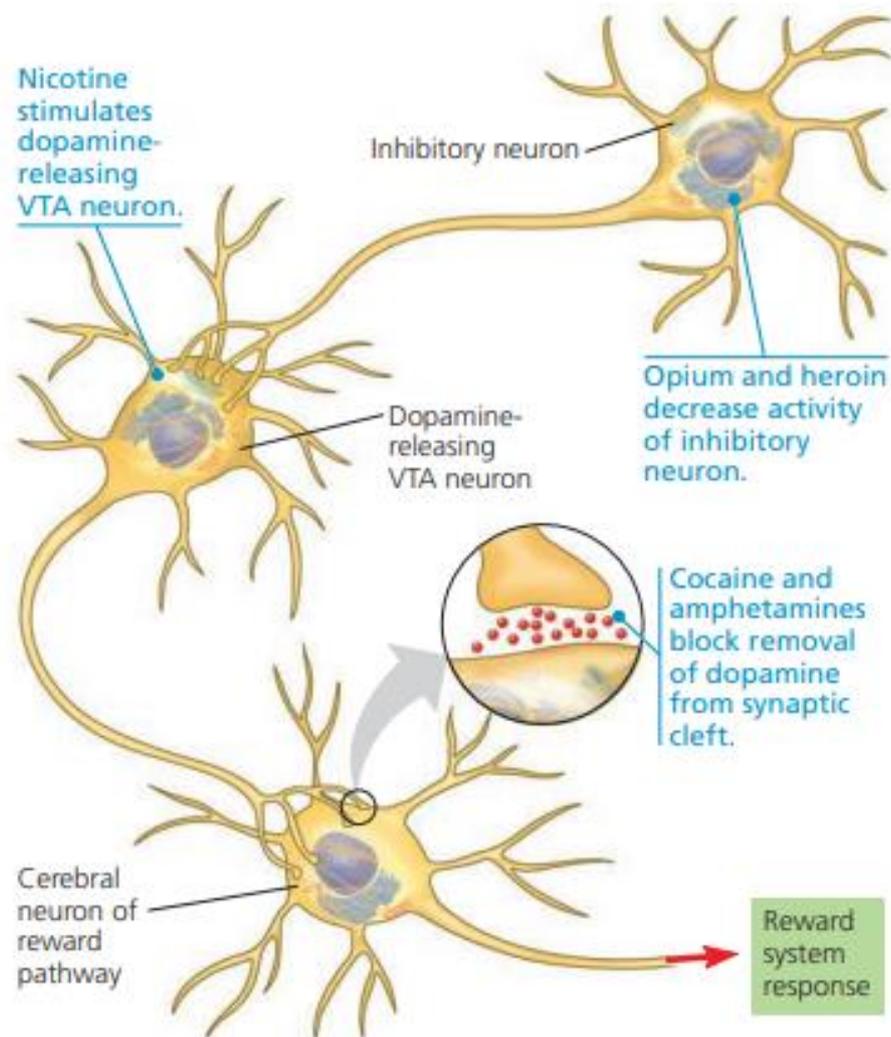
- a) Konsumsi alkohol yang akan mendorong neurotransmitter aminobutyric acid (GABA) untuk terus berikatan dengan reseptornya sendiri yang spesifik di dalam otak, saat ini terjadi ion klorida yang bermuatan negatif akan masuk ke dalam sel otak sehingga aktivitas otak menurun dan akan menekan rasa sakit takut dan gelisah.
- b) Makin banyak zat depresan lain yang dikonsumsi maka GABA akan lebih lama berikatan dengan reseptornya akan semakin banyak ion klorida yang masuk ke dalam sel otak.
- c) Apabila penggunaannya dihentikan otak akan kehilangan keseimbangannya yang membuat tubuh gemetar, takut, dan ketagihan.
- d) Ion klorida lama kelamaan akan menjadi racun yang merusak fungsi otak jantung bahkan kematian.

Halusigen merupakan efek penggunaan NAPZA yang menyebabkan penggunaannya mengalami halusinasi yaitu sulit membedakan antara kenyataan dan khayalan berikut merupakan cara zat halusinogen mempengaruhi sistem saraf (Abror, 2020):

- a) Saat mengalami hal yang menyenangkan sel otak akan lebih banyak menghasilkan neurotransmitter yang berperan dalam mengatur rasa senang dan emosi yaitu zat serotonin.
- b) Psilosibin merupakan zat halusinogen yang tumbuh pada kotoran sapi berupa jamur yang disebut *Panaeolus cyanensens*. Zat tersebut mempunyai struktur yang sama seperti serotonin sehingga psilosibin akan berikatan dengan reseptor yang menyebabkan rasa senang dan halusinasi baik suara maupun khayalan sehingga sulit membedakan kejadian nyata dan khayalan.
- c) Juga berpengaruh terhadap sistem saraf tepi yang menyebabkan rasa takut pandangan kabur dan gangguan tidur.

Ketiga jenis pengaruh NAPZA pada sistem saraf baik bersifat stimulant, depresan dan halusinogen masing masing obat-obatan yang dikonsumsi

menimbulkan aktivitas sistem *reward* otak (*brain reward system*). Sistem *reward* tanpa adanya ketergantungan pada obat-obatan dipakai sebagai respon terhadap rasa bahagia, motivasi dan aktivitas seksual, namun para pecandu mengalihkannya dengan konsumsi obat-obatan. Sistem *reward* merangsang sel saraf pada kondisi potensial aksi sehingga neron neuron tersebut melaukan sinapsis dan melepaskan dopamine. Saat seseorang mengonsumsi obat-obatan maka akan meningkatkan aktivitas jalur dopamin, yang lama kelamaan akan menimbulkan kecanduan (Urry *et al*, 2016, hal. 1101).



Gambar 2. 27 Mekanisme Sistem *Reward* pada Sel Saraf di Otak
Sumber: (Urry *et al*, 2016, hal. 1101)

a. Karakteristik Materi

1) Perubahan Perilaku Hasil Belajar

Hasil belajar merupakan tujuan dari proses pembelajaran, untuk itu seorang guru perlu menguasai strategi pembelajaran yang tepat guna mengajarkan pembelajaran kepada peserta didik. Menurut Oemar Hamalik hasil belajar adalah hasil interaksi seorang individu dengan lingkungannya yang berjalan secara aktif dan positif (Dwijayani, 2019). Sejalan dengan pendapat tersebut, hasil belajar dapat didefinisikan sebagai hasil interaksi peserta didik dalam pembelajaran yang menghasilkan pola perbuatan, sikap, nilai, dan keterampilan (Dimiyati & Mudjiono, 2006 *dalam* Andriani & Rasto, 2019). Hasil belajar juga dapat didefinisikan sebagai kompetensi dan keterampilan yang dicapai peserta didik setelah proses pembelajaran berlangsung (Elde Mølstad & Karseth, 2016). Berdasarkan pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa hasil belajar merupakan kemampuan peserta didik setelah adanya pembelajaran, yang merupakan hasil interaksi peserta didik dengan lingkungan belajar, hasil belajar dapat berupa pola perbuatan, sikap, nilai, dan keterampilan.

Kegiatan mengevaluasi tujuan pembelajaran, dapat memanfaatkan hasil belajar peserta didik sehingga menjadi pertimbangan dalam menentukan tujuan pembelajaran yang harus dicapai (Aziz, Yusof, & Yatim, 2012 *dalam* Andriani & Rasto, 2019). Tujuan pembelajaran yang dicapai oleh peserta didik berupa hasil belajar dapat menggambarkan proses pembelajaran, hal tersebut menjadi refleksi bagi peserta didik, guru, maupun lembaga pendidikan dalam mengevaluasi tujuan pendidikan (James Kpolovie *et al* ., 2014).

Hasil belajar menurut Bloom dan Krathwohl dibagi menjadi 3 kawasan yaitu ranah kognitif, afektif, dan psikomotor (Husamah, 2016). Ranah kognitif terkait dengan pengetahuan dan kemampuan intelektual peserta didik. Ranah afektif berkaitan dengan sikap, minat, serta penyesuaian diri. Ranah psikomotor berkaitan dengan koordinasi gerak tubuh (W. Lestari, 2017). Dalam ranah kognitif yang telah direvisi oleh Anderson dan Krathwohl yang terbagi menjadi 6 tingkat kognitif yaitu mengingat, memahami, mengaplikasikan, menganalisis, mengevaluasi dan mengkreasi (Anderson & Krathwohl, 2015).

Penelitian ini ranah kognitif yang dinilai ditekankan pada kemampuan analisis. Kemampuan analisis dikategorikan kemampuan analisis dalam ranah kognitif C-4 (Anderson & Krathwohl, 2015). Sesuai dengan tujuan pembelajaran yang harus dicapai peserta didik yaitu menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun organ pada sistem koordinasi dan mengaitkannya dengan proses koordinasi sehingga dapat menjelaskan peran saraf dan hormon dalam mekanisme koordinasi dan regulasi serta gangguan fungsi yang mungkin terjadi pada sistem koordinasi manusia melalui studi literatur, pengamatan, percobaan, dan simulasi.

2) Konkret dan Abstraknya Materi Sistem Saraf

Mata pelajaran biologi merupakan salah satu mata pelajaran yang terdapat di kurikulum sekolah menengah pertama. Biologi merupakan ilmu yang bersifat konkret, karena mempelajari sesuatu yang nyata berhubungan dengan gejala-gejala alam yang terus berkembang seiring berkembangnya ilmu pengetahuan (Tamrin, 2019). Dalam dunia pendidikan, mata pelajaran biologi dianggap sebagai mata pelajaran cenderung sulit dipahami karena materi syarat dengan konsep-konsep yang abstrak, sulit dilakukan pengindraan, banyak mengandung unsur yang mikroskopis, serta menggunakan nama-nama ilmiah. Hal tersebut menjadikan guru membuat pembelajaran biologi menjadi agar lebih dipahami oleh peserta didik. (Khoerunnisa *et al.* , 2016).

Salah satu materi pelajaran biologi yang cenderung sulit dipahami oleh peserta didik adalah materi sistem saraf yang merupakan bagian dari materi sistem koordinasi. Sistem saraf adalah materi yang mempelajari proses fisiologi pada tubuh manusia. Materi tersebut bersifat abstrak karena sulit untuk dilakukan visualisasi serta sulit untuk menampilkan objek secara nyata (Triyanti, 2015). Selain itu, dalam mempelajari materi sistem saraf berhubungan dengan konsep-konsep fisiologis abstrak, yang menghubungkan keterkaitan antara bagian-bagian sistem saraf, serta terhubung oleh mekanisme kimia yang kompleks (Series, 2021). Materi sistem saraf sulit dilakukan pengindraan karena banyak mengandung unsur-unsur yang mikroskopis. Banyaknya penggunaan istilah-istilah yang sulit dipahami, seringkali membuat peserta didik mengalami miskonsepsi dalam mempelajari materi tersebut (Saputri *et al.* , 2016). Salah satu subbab yang sulit dipahami oleh

peserta didik mengenai mekanisme penghantaran impuls karena berkaitan dengan mekanisme fisiologi manusia yang penting untuk dipelajari. Namun untuk membelajarkan materi sistem saraf kepada peserta didik seringkali tidak dapat berjalan secara maksimal (Khoerunnisa *et al.* , 2016).

b. Bahan dan Media Pembelajaran

Proses pembelajaran membutuhkan alat bantu berupa media pembelajaran yang berfungsi sebagai perantara dalam penyampaian pengetahuan dapat tersampaikan sesuai dengan sasarannya (Hamid *et al.* , 2020). Penggunaan media dinilai lebih optimal dalam mencapai tujuan pembelajaran karena dapat menarik perhatian dan minat peserta didik, serta merangsang pikiran sehingga lebih paham mengenai konsep materi (Surata *et al.* , 2020). Sejalan dengan perkembangan zaman serta kebutuhan peserta didik, maka para pelaku pendidikan terus berupaya membuat inovasi dalam mengembangkan media pembelajaran yang membantu dalam proses pembelajaran. Hal ini berlaku pada semua mata pelajaran, terutama biologi.

Biologi merupakan ilmu pengetahuan yang mempelajari makhluk hidup serta interaksinya dengan lingkungan, makhluk hidup diklasifikasikan berdasarkan tingkat organisasi kehidupan. Ilmu pengetahuan biologi berisi konsep, teori, maupun fakta. Tidak semua konsep dalam biologi bersifat konkret melainkan banyak yang bersifat abstrak dan sulit diindrai oleh manusia (Ariyanto *et al.* , 2018). Materi sistem saraf merupakan materi yang bersifat abstrak, sehingga dalam mengajarkannya diperlukan media yang tepat agar peserta didik dapat memahami materi tersebut. Salah satu media yang dapat diterapkan dalam pembelajaran adalah Multimedia Interaktif (MMI). Multimedia interaktif (MMI) merupakan media yang menampilkan unsur teks, ilustrasi, animasi, dan suara narator yang menjelaskan materi secara verbal, serta dilengkapi dengan tombol kontrol yang dapat dioperasikan oleh peserta didik secara interaktif (Nurdiani *et al.*, 2019b). Multimedia interaktif merupakan media yang dapat membantu peserta didik memahami pembelajaran biologi yang syarat dengan konsep-konsep abstrak, proses kimiawi yang rumit dan objek tidak dapat dihadirkan secara nyata. Penggunaan multimedia interaktif dapat mengubah konsep yang abstrak menjadi sesuatu yang dapat divisualisasikan menjadi konkrit, detail dan sistematis, sehingga peserta didik lebih

tertarik dalam mengikuti pembelajaran dan memudahkan pemahaman materi (Nurdiani *et al.*, 2019b).

c. Strategi Pembelajaran

Guru merupakan suatu komponen yang penting dalam pendidikan dalam menunjang keberhasilan proses pembelajaran, karena tugas guru dalam pendidikan bukan hanya mentranfer ilmu saja, melainkan ikut andil dalam mendidik, melatih, membimbing, mengevaluasi proses dan hasil belajar dan pembelajaran (Nasution, 2017). Berdasarkan standar nasional pendidikan, kompetensi yang harus dikuasai oleh guru adalah kemampuan dalam mengelola pembelajaran agar efektif dan efisien atau disebut dengan kemampuan pedagogik. Oleh karena itu pendidikan harus memilih strategi pembelajaran yang tepat guna memfasilitasi peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan.

Menurut Miarso (2005), strategi pembelajaran merupakan pedoman dan rancangan kegiatan yang berfungsi dalam mencapai tujuan pembelajaran. Berdasarkan pengertian tersebut disebutkan bahwa strategi pembelajaran berisi komponen-komponen tertentu yang membangun strategi pembelajaran (Nasution, 2017). Hal tersebut sejalan dengan pendapat Seels dan Richey (1994) menyatakan bahwa strategi pembelajaran merupakan prosedur dalam kegiatan pembelajaran, yang terdiri atas metode dan teknik yang berfungsi dalam mencapai tujuan pembelajaran (Nasution, 2017). Berdasarkan uraian pengertian tersebut, dapat disimpulkan bahwa strategi pembelajaran merupakan pola kegiatan peserta didik yang berisi berbagai komponen yang saling berkaitan satu sama lain, dengan adanya strategi pembelajaran diharapkan pembelajaran berjalan lebih efektif sehingga dapat mencapai tujuan pembelajaran.

Strategi pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini yaitu strategi pembelajaran yang bertujuan dalam meningkatkan aspek kognitif. Strategi pembelajaran ini menitikberatkan pada kemampuan berfikir peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran. Dalam pelaksanaan pembelajaran di sekolah strategi pembelajaran ini seringkali disebut dengan strategi berbasis *Student Centred Learning (SCL)* (Fauzi, 2020). Pembelajaran berbasis *SCL* menuntut peserta didik aktif dalam pembelajaran. Pembelajaran dilaksanakan saat pandemi

COVID-19, sehingga dilaksanakan secara daring. Pembelajaran menggunakan metode *blended learning* yang terdiri atas pembelajaran *asynchronous* dan *synchronous*. Pembelajaran *asynchronous* berbantuan *Learning Management System (LMS)* mendukung peserta didik dalam meningkatkan aspek kognitif peserta didik (Akhmalia *et al.* , 2018).

d. Sistem Evaluasi

Kemampuan seorang pendidik sangat menentukan keberhasilan suatu proses pembelajaran terutama dalam abad ke 21 (Junedi *et al.* , 2020). Salah satu kemampuan peserta didik tersebut adalah kegiatan menilai hasil pembelajaran atau yang dikenal dengan kegiatan evaluasi (Pagarra *et al.* , 2020). Kegiatan evaluasi merupakan aspek penting dalam kegiatan pembelajaran. Dengan adanya evaluasi dapat mengukur ketercapaian tujuan pembelajaran yang diharapkan (Hasanah *et al.* , 2015). Kegiatan evaluasi dilaksanakan meliputi 3 tahapan yaitu yaitu mengukur, menilai dan mengadakan evaluasi Arikunto, 2013 dalam Hasanah *et al.* (2015). Pengukuran dan penilaian dapat dilakukan selama proses pembelajaran dan dapat dilakukan setelah proses pembelajaran. Penilaian hasil belajar peserta didik ditekankan pada tiga ranah, yaitu sikap, pengetahuan dan keterampilan. Penilaian pengetahuan dilakukan dengan tes tulis, lisan, maupun penugasan (Hasanah *et al.* , 2015).

Penelitian ini penilaian dilakukan setelah pembelajaran pada ranah pengetahuan yang berdasarkan pada tingkat pengetahuan taksonomi bloom. Taksonomi Bloom adalah suatu kerangka berisi tingkatan yang menentukan keterampilan bafikir seseorang, yang disusun dari mulai tingkat terendah hingga tertinggi (Husamah, 2016). Dalam ranah kognitif yang telah direvisi oleh Anderson dan Krathwohl yang terbagi menjadi 6 tingkat kognitif yaitu (1) mengingat, (2) memahami, (3) mengaplikasikan, (4) menganalisis, (5) mengevaluasi dan (6) mengkreasi. Kemampuan analisis dikategorikan kemampuan analisis dalam ranah kognitif C-4 (Anderson & Krathwohl, 2015). Kemampuan analisis merupakan kemampuan dalam memecahkan permasalahan dalam pembelajaran. Permasalahan dalam pembelajaran tersebut diuraikan kepada unsur-unsur dan menentukan keterkaitan unsur dan struktur keseluruhan (Winarti, 2015).

Dalam kegiatan pembelajaran di sekolah kemampuan analisis merupakan kemampuan yang banyak dituntut dalam tujuan pembelajaran, dan merupakan kemampuan yang penting dibandingkan dengan tingkat kognitif lainnya (Anderson & Krathwohl, 2015). Selain itu kemampuan analisis penting dimiliki oleh peserta didik dalam meningkatkan hasil belajar (Novita *et al.*, 2016).

Dalam penelitian ini sistem evaluasi untuk mengetahui tingkat kognitif peserta didik dalam aspek analisis menggunakan instrument tes berupa soal pilihan ganda tingkat kognitif C-4 yaitu menganalisis sebanyak 20 soal dengan pilihan 4 jawaban. Soal berupa *pretest* dan *posttest* yang hasilnya akan dicari n-gain, sehingga dapat diketahui apakah ada peningkatan pembelajaran dengan pembelajaran *Blended learning* berbasis *TPACK* pada materi Sistem Saraf. Untuk mengetahui respon peserta didik menggunakan kuesioner. berjumlah 5 soal yang diberikan kepada peserta didik setelah pembelajaran selesai dilaksanakan. Kuesioner merupakan metode untuk pengumpulan data dengan memberi beberapa pertanyaan kepada penjawab sesuai dengan variabel yang diteliti (Sugiyono, 2019).

B. Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian terdahulu yang menerapkan *TPACK* dalam pembelajaran yang dikombinasikan dengan metode pembelajaran *blended learning* menyatakan bahwa kerangka kerja *TPACK* efektif dalam meningkatkan penguasaan konsep secara signifikan serta membantu mengatasi kesulitan pendidik dalam mengajar, sehingga peserta didik dapat mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan (Nurdiani *et al.*, 2019). Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa dengan menerapkan metode *blended learning* dalam kerangka *TPACK* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar peserta didik (Fatimah, 2020).

Kedua penelitian terdahulu sama-sama menerapkan pembelajaran dengan metode *blended learning* berbasis *TPACK*, namun dengan hasil yang berbeda. Perbedaan hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa dengan penerapan *blended learning* berbasis *TPACK* dapat menjadi solusi dalam permasalahan pembelajaran. Selain itu, belum adanya informasi yang memadai mengenai implementasi *blended learning* berbasis *TPACK* pada materi sistem saraf khususnya dalam meningkatkan kemampuan analisis peserta didik. Maka penelitian ini dirasa penting dan perlu untuk dilaksanakan

dengan judul “Meningkatkan Kemampuan Analisis Peserta Didik pada Materi Sistem Saraf melalui Pembelajaran *Blended Learning* berbasis *TPACK*”

Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu

Keterangan	Penelitian 1	Penelitian 2
Peneliti	Nia Nurdiani, 2019	Siti Fatimah, 2020
Judul	<i>Reasoning Patterns and Modes of Prospective Biology Teachers on Embryology Learning with TPACK Framework</i>	Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kritis melalui Penerapan Pembelajaran <i>Blended learning</i> dalam Kerangka <i>TPACK</i> pada Materi Sistem Imun
Metode	<i>Blended Learning</i>	<i>Blended Learning</i>
Hasil	Terjadi peningkatan penguasaan konsep Embriologi secara signifikan melalui pembelajaran dengan kerangka <i>TPACK</i>	Penerapan metode <i>blended learning</i> dalam kerangka <i>TPACK</i> dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar peserta didik
Persamaan	Pembelajaran dengan metode <i>blended learning</i> berbasis <i>TPACK</i>	Pembelajaran dengan metode <i>blended learning</i> Berbasis <i>TPACK</i>
Perbedaan	Materi yang diteliti Embriologi, dengan mengukur tingkat pemahan konsep peserta didik.	Materi yang diteliti Sistem Imun, dengan mengukur tingkat kemampuan berfikir kritis peserta didik

C. Kerangka Pemikiran

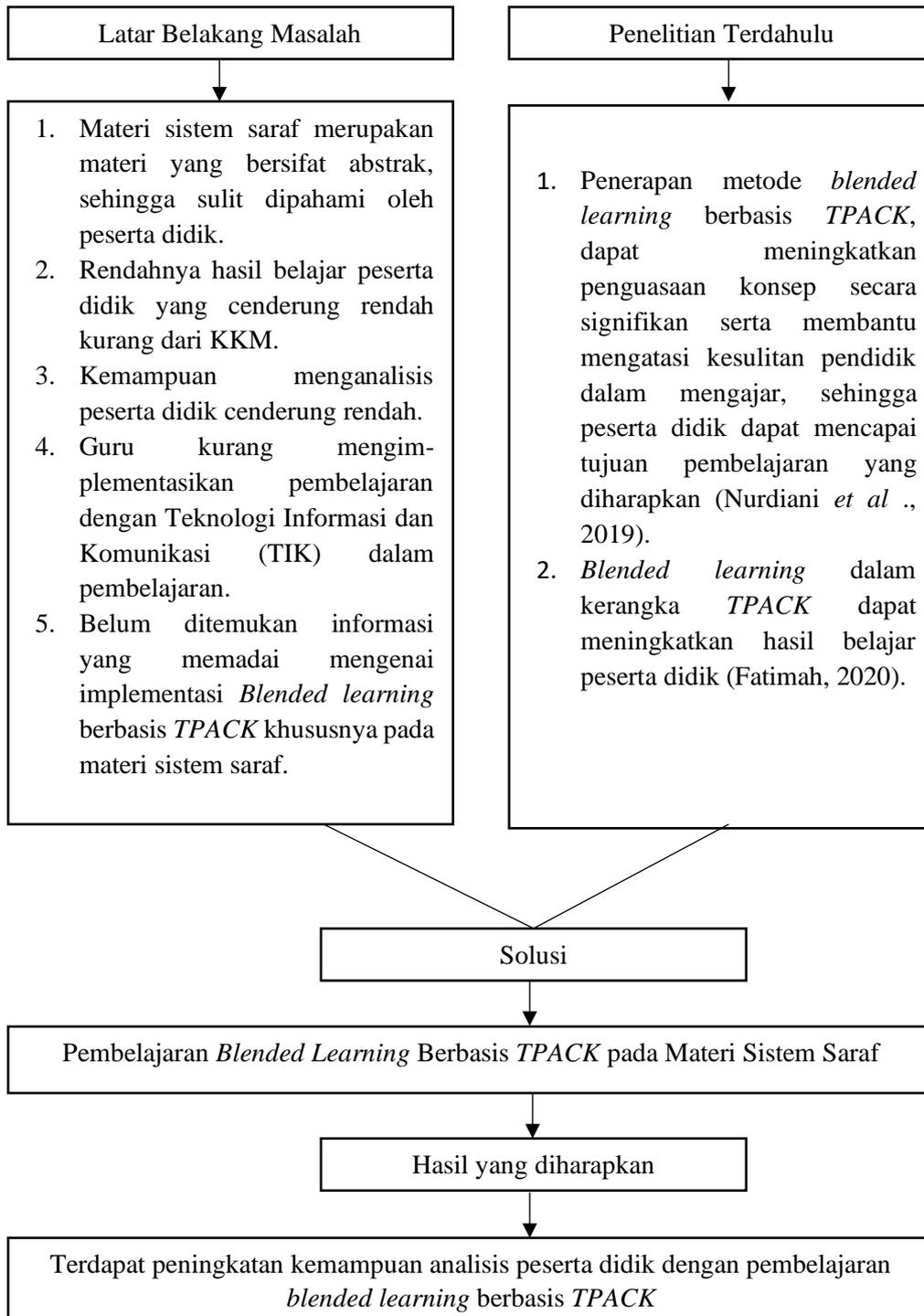
Berdasarkan latar belakang masalah yang ditemukan yaitu, materi sistem saraf merupakan materi sulit dipahami karena materi bersifat abstrak dan membutuhkan visualisasi yang menarik serta dapat menjelaskan unsur-unsur yang bersifat mikroskopis, sehingga peserta didik dapat mencapai kemampuan minimal yang harus dicapai. Hal tersebut sejalan dengan studi pendahuluan yang dilakukan di SMAN Angkasa Husein Sastranegara Bandung, materi sistem saraf yang sulit dipahami oleh peserta didik serta mengharuskan peserta didik mencapai kemampuan minimal yang telah ditetapiakan, membuat hasil belajar peserta didik cenderung rendah.

Rendahnya hasil belajar peserta didik dalam materi sistem saraf yang cenderung rendah dan kurang dari KKM yang telah ditentukan. Hal tersebut dapat disebabkan karena rendahnya keterampilan *High Order Thinking Skills (HOTS)*, salah satu kemampuan *HOTS* adalah menganalisis yang merupakan kemampuan dalam menguraikan permasalahan ke dalam unsur-unsur dan mengaitkan keterkaitan unsur-unsur tersebut secara keseluruhan, sesuai dengan kemampuan minimal materi sistem saraf yang harus dicapai (Winarti, 2015). Rendahnya kemampuan menganalisis peserta didik dapat disebabkan karena guru kurang mengimplementasikan teknologi ke pembelajaran, selain itu memilih teknologi yang sesuai dengan pembelajaran agar dapat menjelaskan unsur-unsur yang bersifat abstrak dan mikroskopis seperti dalam materi sistem saraf.

Implementasi teknologi ke dalam pembelajaran seringkali mengabaikan komponen-komponen lain yang harus ada dalam pembelajaran yaitu pemilihan metode pembelajaran sebagai bagian dari komponen pedagogis, sehingga penting bagi guru untuk menguasai kerangka pembelajaran *TPACK (Technological Pedagogical dan Kontent Knowledge)*.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu mengemukakan bahwa penerapan kerangka *TPACK* dapat membantu peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran (Nurdiani *et al*, 2019). Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa dalam menerapkan metode pembelajaran *blended learning* berbasis *TPACK* dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik (Fatimah, 2020).

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, agar dalam pembelajaran materi sistem saraf dapat mencapai kemampuan yang diharapkan maka solusi yang ditawarkan yaitu implementasi pembelajaran *blended learning* berbasis *TPACK* yang diharapkan dapat meningkatkan kemampuan analisis peserta didik. Selain itu solusi tersebut sejalan dengan belum ditemukannya informasi yang memadai mengenai implementasi *blended learning* berbasis *TPACK* khususnya pada materi Sistem Saraf.



Gambar 2. 28 Kerangka Pemikiran

D. Asumsi dan Hipotesis

1. Asumsi

Berdasarkan latar belakang masalah dan penelitian terdahulu yang telah dikemukakan di atas, maka asumsi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Metode dan media pembelajaran yang tepat dapat meningkatkan kemampuan analisis peserta didik.
- b. Implementasi kerangka kerja *TPACK* dalam konteks pembelajaran sistem saraf dapat meningkatkan kemampuan analisis peserta didik.

2. Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran dan asumsi yang telah dikemukakan di atas, maka hipotesis dalam penelitian ini sebagai berikut:

- H₀: Tidak terdapat peningkatan kemampuan analisis peserta didik pada materi pokok sistem saraf dengan penerapan *blended learning* berbasis *TPACK*
- H₁: Terdapat peningkatan kemampuan analisis peserta didik pada materi pokok sistem saraf dengan penerapan *blended learning* berbasis *TPACK*