

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Anatomi Dan Fisiologi

1. Sistem Saraf

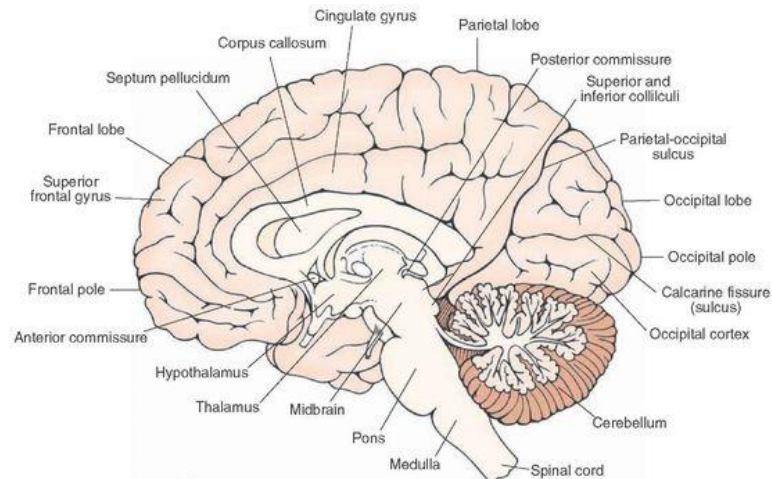
Sistem saraf memiliki fungsi untuk menerima rangsangan, mengkomunikasikan dan mengolah, serta mengantarkan hasil dari rangsangan tersebut untuk diterjemahkan dalam suatu tindakan. Sistem saraf terdiri dari sistem saraf pusat yang mengendalikan seluruh sistem (otak dan *medulla spinalis*) dan sistem saraf tepi yang membawa pesan ke dan dari sistem saraf pusat (12 saraf kranial dan 31 saraf spinal) (Saladin, 2008).

Dalam sistem saraf tidak terlepas yang namanya sel saraf yaitu bagian terkecil dari sistem saraf yang terdiri dari badan sel, dendrit, akson, dan terminal akson. Badan sel bertanggung jawab untuk banyak fungsi neuronal, termasuk sintesis dan pengolahan protein. *Dendrit* merupakan percabangan dari badan sel yang membentang dari sitoplasma untuk menerima informasi. *Akson* membawa sinyal neuron, potensial aksi ke target tertentu, seperti *neuron* atau otot lain (Boron & Baulpeap, 2012). Terminal *akson* berbentuk bola yang disebut lampu akhir sinaptik, merupakan tempat komunikasi antara neuron dan neuron lain atau sel efektor (Jenkins & Kemnitz, 2010).

Berdasarkan struktur dan fungsinya, neuron dibagi menjadi tiga yaitu, *neuron multipolar* sebagian besar ditemukan di otak dan *medulla spinalis*. *neuron bipolar* ditemukan di retina mata, telinga bagian dalam, dan daerah *olfaktor* pada otak dan *neuron unipolar* berfungsi sebagai *reseptor sensoris*,

sebagian besar terletak di *ganglia saraf* tulang belakang dan tengkorak (Jenkins & Kemnitz, 2010).

2. Otak

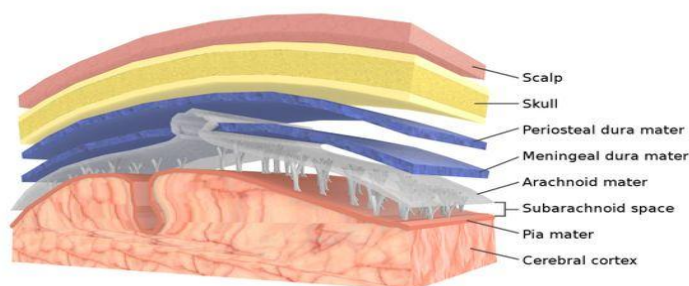


Gambar 2.1 : Bagian-Bagian Otak

Sumber : (Saladin, 2008)

a. Lapisan-Lapisan Pelindung Otak

Otak dilindungi oleh tulang tengkorak yang didalamnya terdapat tiga lapisan yang terdiri dari *dura mater*, *arachnoid mater*, dan *pia mater*. *Dura mater* merupakan membran yang keras terdiri dari dua lapisan, lapisan luar disebut dengan lapisan *periosteal*, sedangkan lapisan dalamnya disebut dengan lapisan *meningeal*. *Arachnoid mater* adalah selaput transparan di atas permukaan otak, terlihat pada setengah bagian otak *cerebrum* yang dibawahnya terdapat ruang *subarachnoid* yang memisahkan arachnoid dari pia dan di beberapa tempat tertentu terdapat yang memisahkan dura dari *arachnoid* yang disebut dengan *ruang subdural*. *Pia mater* adalah membran yang sangat tipis dan halus yang mengikuti semua kontur permukaan otak, atau sulkus, biasanya tidak terlihat tanpa mikroskop (Saladin, 2008).



Gambar 2.2 : Lapisan-Lapisan Otak
Sumber : (Jenkins & Kemnitz, 2010)

b. Otak Besar (*Serebrum*)

Serebrum adalah bagian terbesar dalam otak yang terdiri 2 hemisfer yaitu hemisfer kanan dan kiri serta terdiri dari 4 lobus diantaranya adalah *lobus frontalis*, *lobus parietalis*, *lobus oksipitalis* dan *lobus temporalis*. Kedua *Hemisfer serebri* tersebut dihubungkan oleh *corpus kolosum* (Irianto, 2014).

Serebrum atau *telensefalon* terdiri dari *cortex serebri*, *subcortical white matter*, *commissures* dan *basal ganglia*. *Cortex serebri* terdiri dari beberapa lobus diantaranya *lobus parietalis*, *lobus frontalis*, *lobus temporal* dan *lobus oksipital* serta lobus kelima, insula, yang tertanam jauh di sulkus lateral (Bahrudin, 2014).

Ganglia basalis bagian dari *substansia abu-abu*, *Ganglia basalis* berfungsi untuk mengatur control bawah sadar dan integritas otot rangka. *Ganglia basalis* juga mengatur koordinasi dari gerakan belajar dan pengolahan, integritas dan penyampaian informasi dari korteks serebral ke thalamus (Bahrudin, 2014)

c. Otak Kecil (Serebelum)

Otak kecil atau *cerebellum* bagian dari otak yang terletak di *lobus occipital* yang berfungsi sebagai pengkoordinasi suatu gerakan otot (Irianto, 2014). *Cerebellum* terbagi menjadi dua belahan kanan dan kiri yang dihubungkan oleh *vermis*. Otak kecil memantau gerakan tubuh dengan menggunakan informasi yang berasal dari otot dan persendian melalui traktus *spinocerebellar*. Dalam beberapa penelitian peran utama otak kecil adalah evaluasi dari beberapa jenis masukan sensorik pemantauan pergerakan otot. Orang dengan lesi serebelum menunjukkan defisit yang serius dalam kemampuan lokomotor, tetapi juga dalam beberapa fungsi sensorik, linguistik, emosional, dan nonmotor lainnya (Saladin, 2008).

d. *Medulla Oblongata*

Medulla memiliki fungsi fisiologis dasar seperti pusat jantung yang mengatur laju dan kekuatan detak jantung, pusat vasomotor, mengatur tekanan dan aliran darah dengan melebarkan dan menyempitkan pembuluh darah, pusat pernapasan yang mengatur laju dan kedalaman pernapasan; dan lainnya yang terlibat dalam pembicaraan, batuk, bersin, air liur, menelan, tersedak, muntah, dan berkeringat (Jenkins & Kemnitz, 2010). *Medulla oblongata* bagian inferior batang otak dan merupakan kelanjutan dari sumsum tulang belakang. *Medulla oblongata* semua saluran sensoris (naik) dan traktus motorik (menurun) antara sumsum tulang belakang dan bagian otak lainnya. Beberapa *white matter* membentuk tonjolan pada aspek *anterior medulla*. Penonjolan ini adalah piramida, dibentuk oleh traktus motorik

besar yang berpindah dari serebrum ke sumsum tulang belakang. 90% dari akson di piramida kiri menyeberang ke sisi kanan, dan 90% dari akson di piramida kanan menyeberang ke sisi kiri. Persimpangan ini disebut *decussation of pyramids* dan menjelaskan mengapa setiap sisi otak mengontrol pergerakan pada sisi yang berlawanan dari tubuh. *Medulla* juga mengandung beberapa inti yang mengontrol vital fungsi tubuh (Saladin, 2008).

e. *Pons*

Metencephalon berkembang menjadi dua struktur, *pons* dan *cerebellum*. *Pons* memiliki panjang sekitar 2,5 cm. Sebagian besar membentuk tonjolan anterior yang luas di batang otak. *Pons* terdiri dari dua pasang batang tebal yang disebut gagang bunga yang menempel ke *cerebellum*. *Pons* mengandung beberapa inti yang terlibat dalam fungsi fisiologis dasar termasuk tidur, respirasi, dan kontrol kandung kemih (Saladin, 2008).

f. *Hipotalamus*

Hipotalamus adalah bagian kecil dari *diencephalon*. *Hipotalamus* terdiri dari banyak inti. *Hipotalamus* mengontrol banyak aktivitas tubuh seperti mengontrol dan menyatu kegiatan sistem *saraf otonom* (ANS), salah satu regulator utama *homeostasis*. Impuls sensorik yang berhubungan dengan *indra somatik* dan viseral tiba di *hipotalamus*, seperti halnya impuls dari reseptor untuk penglihatan, pengecapan, dan penciuman dan kontrol suhu tubuh. atau termostat tubuh, pengaturan *ritme sirkadian* dan kondisi kesadaran. Reseptor lain dalam hipotalamus terus memantau kondisi di dalam darah, termasuk tekanan

osmotik, kadar glukosa, konsentrasi hormon tertentu, dan suhu. *Hipotalamus* memiliki beberapa hubungan yang sangat penting dengan *kelenjar pituitari* dan menghasilkan berbagai hormone (Jenkins & Kemnitz, 2010).

g. *Thalamus*

Thalamus terdiri dari massa oval dengan materi abu-abu dan diselingi materi putih. *Thalamus* memancarkan dan memproses informasi motorik sensorik secara *desendens*. *Thalamus* adalah stasiun relai utama yang sebagian besar impuls sensorik yang mencapai area sensoris utama dari *korteks serebri* dari sumsum tulang belakang dan batang otak. Selain itu, *thalamus* berkontribusi pada fungsi motorik dengan mentransmisikan informasi dari inti serebelum dan basal ke area motor utama dari korteks serebral. Fungsi inti *thalamic* bersama dengan bagian lain dari otak dalam kontrol gerakan, tonus, pemeliharaan kesadaran, persepsi rasa sakit, belajar, memori, dan kognisi (berpikir dan mengetahui) (Jenkins & Kemnitz, 2010).

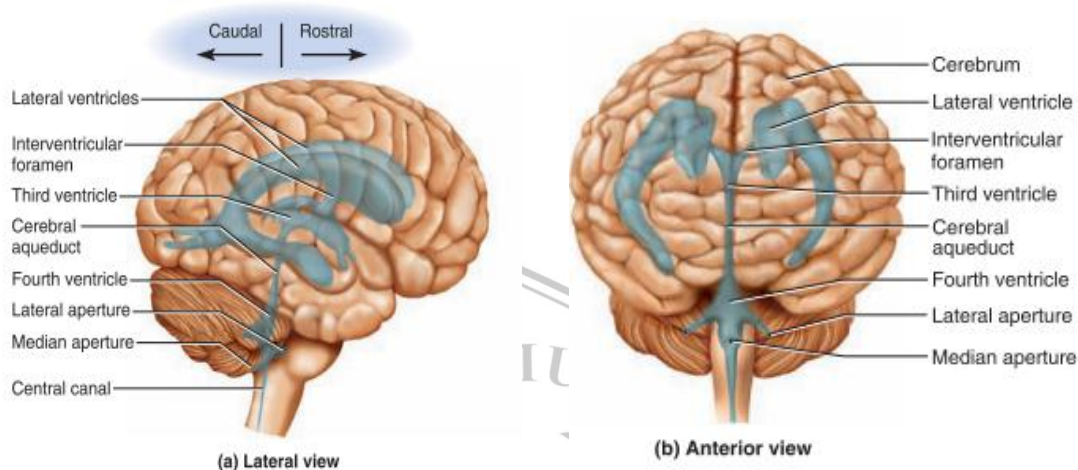
3. *Medulla Spinalis*

Medulla spinalis tersusun 31 segmen yang terdiri dari delapan segmen servikal, 12 segmen thorakl, lima segmen lumbal, lima segmen sakral dan beberapa segmen koksigeal (Bahrudin, 2014). *Medulla* berada di dalam *canalis spinalis columna vertebrae* yang dilindungi oleh selaput *meninges* yang susunannya sama di otak, terdapat dua area yaitu *grey matter* yang banyak mengandung badan sel, terdiri dari *motor neuron* dan jaringan penyongkong, *white matter* berada diluar banyak mengandung akson memiliki lintasan asenden maupun desenden (Munir, 2017). *Medulla*

spinalis berfungsi untuk mengantarkan impuls dari dan ke otak dan memberi kemungkinan jalan terpendek pada gerak reflex (Irianto, 2014)

4. Vaskularisasi Otak

a. Cairan *Cerebrospinal*



Gambar 2.3 : Ventrikel Otak

Sumber : (Saladin, 2008)

Otak memiliki empat ruang internal yang disebut *ventrikel* diantaranya adalah *ventrikel lateral*, *ventrikel III* dan *ventrikel IV*. Pada dinding ventrikel terdapat *spongy* kapiler darah yang disebut *choroid pleksus* yang mirip dengan *chorion* dari sebuah *fetus*. *Sel epindim* adalah jenis syaraf yang menutupi setiap *pleksus koroid*, seluruh permukaan *ventrikel*, dan kanal otak dan sumsum tulang belakang (Saladin, 2008).

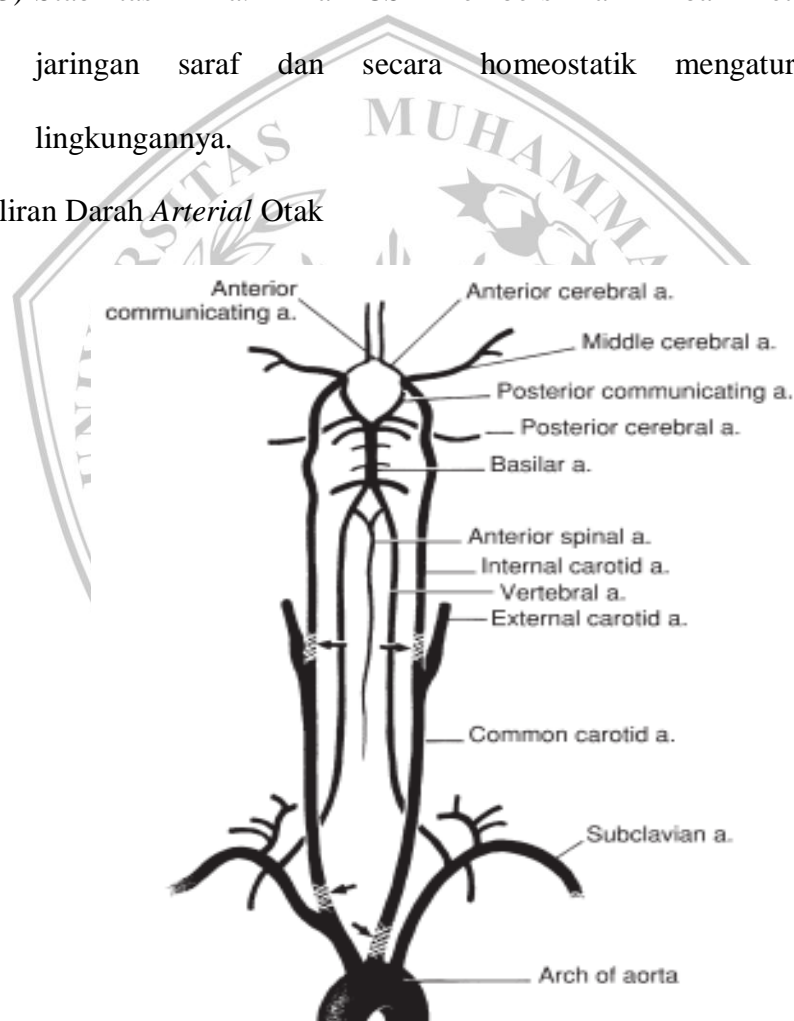
CSF diproduksi oleh *pleksus koroid*, jaringan kapiler (pembuluh darah mikroskopis) di dinding *ventrikel*. *Kapiler* ditutupi oleh *sel ependymal* (sejenis *neuroglia*) yang membentuk cairan *serebrospinal* dari plasma darah melalui filtrasi dan sekresi. CSF dari kapiler koroid tidak dapat bocor di antara sel-sel karena melewati *sel ependymal*. *Sel ependymal* adalah penghalang cairan *serebrospinal* agar tidak dimasuki oleh zat lain, melindungi otak dan sumsum tulang belakang dari zat-zat

yang berpotensi membahayakan darah dan mengontrol bagian zat dari darah ke cairan interstisial jaringan saraf (Jakins & Kemnitz, 2010).

Berikut adalah fungsi dari CSF (Saladin, 2008):

- 1) Memiliki daya apung, efek daya apung ini memungkinkan otak untuk mencapai ukuran yang besar tanpa terganggu oleh beratnya sendiri.
- 2) Perlindungan, CSF juga melindungi otak dari benturan ketika kepala tersentak.
- 3) Stabilitas kimia. Aliran CSF membersihkan limbah metabolik dari jaringan saraf dan secara homeostatik mengatur keadaan lingkungannya.

b. Aliran Darah *Arterial* Otak



Gambar 2.4 : Arteri pada Otak
Sumber : (Charles, 2005)

Meskipun otak hanya 2% dari berat badan orang dewasa, otak menerima 15% dari darah (sekitar 750 mL / menit) dan mengkonsumsi 20% oksigen dan glukosa. Meskipun darah sangat penting untuk otak, darah juga dapat menjadi sumber agen seperti racun dan bakteri yang dapat membahayakan jaringan otak. Akibatnya, ada sistem penghalang otak yang secara ketat, mengatur zat apa yang masuk dari aliran darah ke darah ke jaringan otak, salah satu komponen dari sistem ini adalah *sawar* darah otak seperti *sel-sel endymal*, yang menyumbat hampir semua kapiler darah di seluruh jaringan otak (Saladin, 2008).

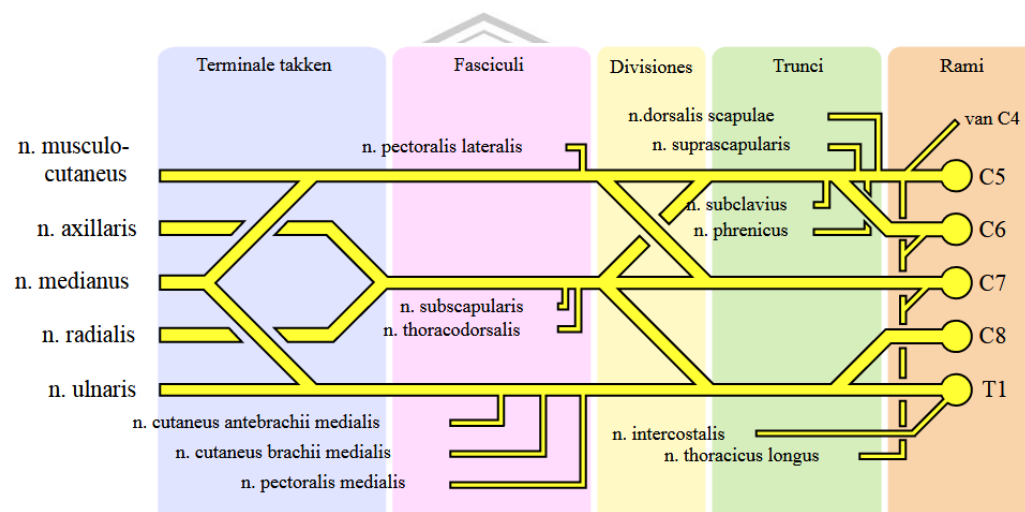
Arteri cerebri selain menyuplai darah ke bagian otak yang lebih dalam, cabang-cabang *cortical* dari setiap *arteri cerebri* memperdarahi permukaan dan *lobus cerebri*, cabangnya yaitu, *arteri cerebri anterior* mengalirkan darah yang sebagian besar pada permukaan *medial* dan *superior* otak dan *lobus frontalis*, *Arteri cerebri media* mengalirkan darah pada permukaan lateral otak dan *lobus temporalis*, dan *arteri cerebri posterior* mengalirkan darah pada sebagian besar pada permukaan *inferior* otak dan *lobus occipitalis* (Moored & Dally, 2013).

c. Drainase Vena Otak

Vena-vena tanpa katup yang berdinding tipis, yang mengalir otak menembus lapisan *arachnoid* dan *meningeal dura* yang berakhir dalam *sinus durae matris* yang paling terakhir dan mengalir ke *vena jugularis interna*. *Vena superior cerebri* pada permukaan *superolateral* otak bermuara ke dalam *sinus sagitalis superior*, *vena media inferior cerebri* dan *vena supervicialis cerebri* dari aspek dalam, *inferior*, dan *posteroinferior* pada *hemisferium cerebri* bermuara ke dalam *sinus*

petrosus superior, rectus, transversus. Vena magna cerebri adalah vena tunggal garis tengah yang terbentuk di dalam otak melalui penyatuan dua vena *cerebri interna*, vena berakhir dan menyatu dengan sinus *sagittalis inferior* untuk membentuk *sinus rectus*. *Cerebellum* drainase oleh vena *superior cerebri* dan vena *inferior cerebri* yang mendrainase aspek *cerebellum* ke dalam sinus *transversus* dan *sigmoideus* (Moored & Dally, 2013).

5. Ekstremitas Atas



Gambar 2.5 : *Pleksus Brakialis*
Sumber : (Medicine)

Ekstremitas atas dipersarafi oleh *Pleksus brakialis (C5-Th1)* yang keluar dari *foramen*, *pleksus brachialis* terbagi menjadi dua yaitu *rami primer anterior* dan *posterior*. Fungsi *pleksus brachialis* untuk pusat distribusi dari sistem saraf tepi. Butler menyatakan bahwa pola bergelombang pada *pleksus* berfungsi untuk mobilisasi saraf yaitu bila terjadi ketegangan pada salah satu saraf, maka tegangan tersebut akan ditransmisikan. Serabut *vasomotorik* dimulai dari *trunkus simpatis* dan bergabung dengan *rami primer anterior* untuk berjalan diantara *pleksus brachialis* dan saraf tepi pada ekstremitas. *Pleksus brachialis* terdiri dari

lima saraf tepi *nervus musculocutaneus, axillaris, medianus, ulnaris dan radialis* (Kisner & Colby, 2014).

Ekstremitas atas adalah anggota badan yang digunakan untuk mobilitas dengan kemampuannya untuk memahami dan melakukan keterampilan motorik halus. Ekstremitas atas terdiri dari tiga bagian diantaranya :

a. *Shoulder*

Bentuk *Shoulder* yang dirancang untuk mobilitas ekstremitas atas, sehingga tangan dapat bergerak pada semua bidang pergerakan. *Shoulder* terdiri dari tiga sendi *synovial* atau sendi yang memiliki kapsul sendi diantaranya adalah sendi *glenohumeral, akromioklavikular dan sternoklavikular*. *Shoulder* juga memiliki dua sendi selain sendi sinovial yaitu sendi *skapulothorakal dan supra humeral* (Kisner & Colby, 2014).

Shoulder dilengkapi oleh otot-otot yang bertanggung jawab untuk stabilisasi sendi, diantaranya *m. serratus anterior* yang berorigo pada kerangka dada dan berinsersio pada *cingulum extremitas cranialis (clavicula, scapula, dan acromian)*, otot ini dipersarafi oleh *n. thorakalis longus (C5-7)*, *m. trapezius* yang berorigo di *thorakal (Th 1-12)* dan berinsersio di *acromion*, otot ini dipersarafi oleh *n. accessories (C3-4)* dan *n. cervikalis (C2-4)*, *m. rhomboid mayor dan minor* yang berorigo pada C6-7 dan Th 1 untuk *m. rhomboid minor* sedangkan *mayor* berorigo pada Th 1-5 kedua otot tersebut berinsersio pada *scapula* dan dipersarafi oleh *n. dorsalis scapula (C 4-5)*, *m. pectoralis minor* yang berorigo pada kerangka dada dan berinsersio pada *cingulum extremitas cranialis*, dipersarafi oleh *n. pectoral medialis (C7-Th1)*, dan *m. levator scapula* yang berorigo pada C1-4 dan berinsersio pada *scapula* dan dipersarafi oleh *n. dorsalis scapula (C3-5)* (Hounglum & Bertoti, 2012).

Otot-otot stabilisasi dari *glenohumeral* diantaranya adalah, *m. supraspinatus* yang berorigo pada *cingulum extremitas superior* dan berinsersio pada humerus dipersarafi oleh *n. supra scapularis* (C5-6), yang *m. infraspinatus* yang berorigo pada *fossa infraspinatus* dan berinsersio di *tuberculum mayor* pada humerus dipersarafi oleh *n. supra scapularia* (C5-6), *m. teres mayor* dan *minor* yang berorigo di *cingulum extremitas superior* dan berinsersio pada humerus dipersarafi oleh *n. axilaris* (C5-6) untuk *m. teres minor* sedangkan *mayor n. subscapularis* (C5-6), *m. subscapularis* berorigo pada *costal* dan insersio pada *tuberculum*, otot ini dipersarafi oleh *n. subscapula* (C5-6). Keempat otot tersebut termasuk dalam otot-otot *rotator cuff*. Otot yang tidak termasuk dalam otot-otot *rotator cuff* yaitu *m. coracobrachialis* yang berorigo pada *processus coracoid* dan berinsersio pada humerus dan dipersarafi oleh *n. musculocutaneus* (C6-7), *m. biceps brachii* berorigo di *processus coracoid* dan *supraglenoidialis* dipersarafi oleh *n. musculocutaneus* dan *m. triceps brachii* berorigo pada humerus dan berinsersio pada olecranon yang dipersarafi oleh *n. rdialis* (Hounglum & Bertoti, 2012).

Otot-otot penggerak shoulder diantaranya, *m. deltoideus* memiliki tiga bagian yang ketiganya berinsersio pada *deltoid tuberosity* dan berorigo di sepertiga *lateral os scapula (deltoid anterior)*, *acromion proc (deltoid midle)* dan *spina scapula (deltoid posterior)* ketiga otot tersebut di persarafi oleh *n. axilaris* (C6-7), *m. latsimus dorsi* berorigo di Th 7-12 dan berinsersio pada *crista tuberculus minoris* dipersarafi oleh *n. thoraco dorsal* (C6-8), *m. teres mayor* berinsersio pada humerus berorigo pada *cingulum extremitas superior* dan disarafi oleh *n. subscapularis inferior* (C5-6) dan *m. pectoralis mayor*

berorigo pada sepertiga medial calvikula dan berinsersio pada lateral sulkus bicipitalis yang dipersarafi oleh *n. laterar* dan *medial pectoralis* (C5-8 dan Th 1) (Hounglum & Bertoti, 2012).

b. *Elbow*

Elbow berfungsi untuk memanjangkan maupun memendekkan ekstremitas atas. Ada empat sendi pada regio *elbow* maupun lengan bawah diantaranya adalah sendi *humeroulnar*, *humeroradial*, *radioulnar proksimal* dan *radial ulnar distal* (Kisner & Colby, 2014).

Elbow memiliki dua artikulasi atau dua sendi yaitu sendi *humeroulnar* adalah sendi yang mempertemukan dua tulang yaitu *os humeri* dan *os ulnar* yang biasa disebut dengan sendi engsel gerakan utama dalam sendi adalah gerakan fleksi ekstensi. Sendi *humeroradius* dengan mempertemukan dua tulang *os humeri* dan *os radius*. Pada sendi ini memiliki lebih banyak gerakan yaitu *fleksi ekstensi*, *pronasi* dan *supinasi* (Kisner dan Colby, 2014).

Otot-otot penggerak *elbow* terdiri dari *fleksor elbow*, *ekstensor elbow*, otot-otot supinator dan otot-otot pronator. Otot fleksor terdiri dari *m. brachialis* berorigo di seperempat distal humerus, berinsersio di *procesus coracoid* dan *ulnar tuberosity*, dan dipersarafi oleh *n. musculocutaneus* (C5-6), *m. biceps brachii* berorigo di *long head supraglenoidalis tubercle*, *short head procesus coracoid*, insersio pada *radial tuberosity*, dan dipersarafi oleh *n. musculocutaneus* (C5-6), *m. pronator teres* berorigo di *medial epicondylus*, berinsersio pada *lateral radius*, dan dipersarafi oleh *n. medians* (C6-7) dan *m. brachioradialis* berorigo di *lateral supracondylar*, berinsersio pada *prossesus styloideus*, dan dipersarafi oleh *n. radial* (C5-6). Otot ekstensor terdiri dari *m.*

triceps brachii berorigo di *long head scapula*, *lateral* dan *medial head* di humerus, berinsersio pada *procesus olecranon* dan dipersarafi oleh *n. radialis* (C7-8) dan *m. anconeus* berorigo di *lateral epicondylus*, berinsersio pada *procesus olecranon*, dan dipersarafi oleh *n. radialis* (C7-8). Otot-otot *pronator* yaitu *m. pronator quadratus* berorigo di *ulna distal*, berinsersio pada *distal radius* dan dipersarafi oleh *n. median* (C8-Th1) dan *supinator* terdiri dari *m. supinator* berorigo di *lateral epicondylus*, berinsersio pada *radius proksimal* dan dipersarafi oleh *n. radialis* (C6) (Hounglum & Bertoti, 2012).

c. *Wrist dan Phalang*

Wrist bagian paling utama yaitu sebagai pengontrol gerakan dalam berbagai aktivitas dan sebagai pemberi umpan balik sensoris ke sistem saraf pusat, tangan dibagi menjadi dua bagian yaitu *wrist* dan *phalang*. Sendi pada pergelangan tangan yaitu sendi *radiokarpal* dan sendi *midkarpal*. Bagian sendi *Phalang* yang terdiri dari sendi *karpometakarpal 2-5*, sendi *interfalangeal* dan sendi *metacarpo falangeal* yang terdiri dari *interfalang proksimal* dan *distal* (Kisner & Colby, 2014).

Otot-otot pada tangan dan *wrist* terdiri dari otot *wrist ekstensor*, otot *wrist fleksor*, otot *extrinsic finger ekstensor* otot *extrinsic fleksor* dan otot *thumb*. Otot *wrist ekstensor* terdiri dari *m. ekstensor carpi ulnaris* berorigo di *ulna*, berinsersio pada *metacarpal V* dan dipersarafi oleh *n. radialis* (C7-8), *m. ekstensor carpi radialis longus* berorigo di *lateral humerus supracondylar*, berinsersio pada *metacarpal II*, dan dipersarafi oleh *n. radialis* (C6-7), *m. ekstensor carpi radialis brevis* berorigo di *lateral epicondylus*, berinsersio pada *metacarpal III* dan dipersarafi oleh *n. radialis* (C7-8). Otot *fleksor wrist* yaitu

m. palmaris longus berorigo di *fleksor tendon*, berinsersio pada *palmar aponeus* dan dipersarafi oleh *n. medianus* (C7-8), *m. fleksor carpi radialis* berorigo di *epicondylus medialis* berinsersio pada *metacarpal II* dan dipersarafi oleh *n. median* (C6-7), *m. fleksor carpi ulnaris* berorigo di *fleksor tendon*, berinsersio pada *pisiform* dan dipersarafi oleh *n. ulnar* (C7-8). Otot *extrinsic finger ekstensor* yaitu *m. ekstensor digitorum* berorigo di *epicondylus lateral*, berinsersio pada *phalang 2-5* dan dipersarafi oleh *n. radialis* (C7-8), *m. ekstensor indicis* berorigo di *ulna* berinsersio pada *phalang 2* dan dipersarafi oleh *n. posterior interoseus* (C7-8) dan *m. ekstensor digiti minimi* berorigo di *epicondylus lateral* berinsersio pada *halang 5* dan dipersarafi oleh *n. posterior interoseus* (C7-8). Otot *extrinsic fleksor* yaitu *m. fleksor digitorum profunda* berorigo di *ulna* berinsersio pada *phalang 2-5*, *m. fleksor digitorum suerficialis* berorigo di *fleksor tendon* berinsersio pada *phalang 2-5* dan dipersarafi oleh *n. median* (C7-8, Th1). Otot-otot *thumb* yaitu *m. ekstensor polichis longus* berorigo di *ulna* berinsersio pada *phalang 1* dan dipersarafi oleh *n. posterior interoseus* (C7-8), *m. ekstensor policis brevis* berorigo di *radius* berinsersio pada *phalang 1* dan dipersarafi oleh *n. posterior interoseus* (C7-8), *m. fleksor policis brevis* berorigo di *radius* berinsersio pada *phalang 1* dan dipersarafi oleh *n. anterior interoseus* (C7-8) (Hounglum & Bertoti, 2012).

B. Stroke

1. Definisi Stroke

Gangguan pada pembuluh darah otak yang terjadi secara tiba-tiba atau yang biasa disebut dengan stroke, pada sebagian orang tidak menyadari bahwa dirinya terkena stroke, dalam hal ini bukan berarti gejala stroke tidak

dapat dikenali. Stroke adalah penyakit dengan gangguan fungsi saraf yang terjadi secara mendadak, diakibatkan oleh pasokan darah yang membawa nutrisi dan oksigen ke otak terganggu. Terganggunya aliran darah dalam otak akan mengakibatkan kematian saraf otak yang akan menyebabkan kelumpuhan dan berbagai gangguan, tergantung pada posisi kerusakan otak tersebut (Irianto, 2014). Menurut WHO mendefinisikan stroke sebagai sindrom klinis dengan progresifitas yang cepat, terjadi secara lokal atau global, seperti pada subarachnoid haemorrhage terjadi defisit pasokan darah ke otak, yang berlangsung lebih dari 24 jam (kecuali terganggu oleh operasi atau kematian), tanpa penyebab yang jelas selain vascular.

Stroke disebut juga dengan "*brain attack*", terjadi ketika sebagian otak mengalami gangguan karena kurangnya suplai darah ke bagian otak tersebut. Karena kekurangan pasokan oksigen dan nutrisi yang dibawa oleh darah, akan menyebabkan kematian sel-sel otak "neuron" dan hubungan antara neuron "sinapsis" akan menghilang. Bagian otak itu dengan cepat kehilangan fungsi dan mulai mati. Akibatnya, bagian tubuh yang dikendalikan oleh bagian otak itu tidak berfungsi normal. Semakin besar area kerusakan, semakin banyak defisit yang dimiliki pasien (Silva *et al*, 2014).

2. Klasifikasi dan Patofisiologi Stroke

a. Klasifikasi dan Patofisiologi Stroke Berdasarkan Penyebabnya

1) Stroke Iskemik

Stroke iskemik adalah defisit neurologik focal yang menunjukkan perkembangan yang mendadak, dan biasanya dihubungkan dengan gangguan aliran darah dalam otak (Moored &

Dally, 2013). Stroke iskemik dibagi menjadi dua tipe utama yaitu trombotik dan embolik. Stroke trombotik yaitu stroke yang terjadi ketika arteri tersumbat oleh gumpalan darah yang disebabkan oleh kerusakan pada arteri karena tumpukan kolesterol (*aterosklerosis*). Penyumbatan total kemudian dapat terjadi karena menggumpal bersama sel darah (trombosit) atau zat lain yang biasanya ditemukan dalam darah (Silva *et al*, 2014).

Stroke emboli juga disebabkan oleh gumpalan *plaque* di dalam arteri, emboli atau *plaque* dapat terbentuk disuatu tempat selain di otak. Bahan-bahan ini bisa berupa pembekuan darah (misalnya dari jantung) atau bahan berlemak (misalnya dari arteri lain di leher atau penyakit arteri karotid). Emboli yang terbentuk dari bekuan darah maupun bahan berlemak lepas dari tempatnya kemudian memasuki sirkulasi darah dan memasuki otak. Stroke lakunar adalah stroke yang terjadi ketika arteri kecil dalam otak tersumbat, stroke lakunar memiliki gejala yang lebih ringan dan pemulihan lebih baik dibandingkan dengan stroke yang disebabkan oleh penyumbatan pada arteri yang besar (Silva *et al*, 2014).

Stroke emboli sering menyerang *middle cerebral artery* yang terletak di bagian tengah otak. Gumpalan dapat disebabkan oleh trombosit, pembekuan darah, atau tumpukan kolesterol di arteri leher yang melunak dan pecah dan terbawa oleh aliran darah. Ketika gumpalan tersebut bersarang di area otak maka bagian otak tersebut mengalami kematian karena tidak ada suplai darah dan oksigen dalam otak tersebut. Gumpalan dari jantung dapat timbul dari irama jantung

yang tidak normal, serangan jantung, penempatan bedah katup jantung buatan, operasi *bypass* jantung, infeksi jantung, kerusakan pada katup jantung dari penyakit jantung reumatik, atau prolaps katup mitral (Brukman, 2010).

2) Stroke Hemoragik

Hemoragik adalah penyebab stroke yang diakibatkan oleh perdarahan yang terjadi pada otak yang dapat disebabkan oleh aneurisma yaitu keadaan pembuluh darah yang lemah yang membentuk gelembung dan kemudian pecah (Brukman, 2010). Stroke hemoragik dapat dibagi menjadi dua kategori. Yang pertama Perdarahan di otak, yang disebut dengan perdarahan intraserebral (ICH) dan paling sering karena tekanan darah tinggi. Tekanan yang meningkat secara tiba-tiba dalam otak karena perdarahan dapat menyebabkan kerusakan pada sel-sel otak yang mengelilingi darah tersebut. Yang kedua perdarahan di luar otak, yang disebut dengan subarachnoid hemorrhage (SAH), yang paling sering disebabkan oleh kelainan arteri yang disebut aneurisma (Silva *et al.*, 2014).

b. Klasifikasi Berdasarkan Waktu

Transient Ischemic Attacks yang biasa disebut “mini-strokes.” TIA adalah hilangnya sementara fungsi bagian otak yang disebabkan oleh gangguan singkat aliran darah otak lokal, yang berlangsung kurang dari 24 jam. Dalam kasus TIA pencegahan stroke sangat penting, karena TIA tidak menyebabkan cacat permanen, namun merupakan tanda peringatan yang sangat serius dari stroke dimasa depan. Sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa TIA membawa

risiko stroke jangka pendek yang signifikan, terutama dalam beberapa hari pertama setelah TIA. Jangan menunggu gejala hilang, karena seseorang tidak dapat mengetahui apakah itu stroke atau TIA tanpa melakukan pemeriksaan otak. Tujuan pengobatan TIA adalah untuk mencegah stroke di masa depan (Silva *et al*, 2014). Diperkirakan 40 persen orang yang menderita TIA akhirnya mengalami stroke dalam setahun. Orang-orang yang memiliki riwayat TIA dalam waktu singkat memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami stroke. Namun tidak semua TIA menghasilkan stroke. Beberapa orang memiliki TIA yang akan hilang. Yang lain memiliki TIA yang bertahan tetapi tidak pernah berkembang menjadi stroke (Brukman, 2010).

c. Klasifikasi dan Patofisiologi Berdasarkan Sistem Pembuluh Darah

Penyebab stroke karena hipotensi, terjadi ketika tekanan darah turun ke tingkat yang sangat rendah. Darah tidak cukup untuk dipompa ke otak. Istilah medis untuk kerusakan otak yang dihasilkan ini adalah *encephalopathy anoxic*. Keadaan ini berbeda dari semua pasien stroke lainnya karena bukan hanya sebagian namun otak dapat kehilangan suplai darahnya. Ini dapat terjadi pada kasus gagal jantung berat, dengan irama jantung abnormal tertentu, dan pada beberapa serangan jantung ketika jantung gagal memompa darah secara adekuat. Beberapa *survivors of cardiopulmonary resuscitation (CPR)* mungkin juga jatuh ke dalam kelompok ini (Brukman, 2010).

3. Faktor Risiko Stroke

Faktor resiko stroke yang terjadi akibat penyumbatan dan penyempitan pembuluh darah yang sebagian besar terjadi pada orang dengan usia diatas 40 tahun, biasanya disebabkan oleh menurunnya elastisitas pembuluh darah dan *arterosklerosis*. Faktor risiko secara medis antara lain, hipertensi, kolestrol gangguan jantung, diabetes, dan genetik. Sedangkan faktor resiko berdasarkan perilaku antara lain, merokok pasif maupun aktif, makanan yang tidak sehat, alkohol, obesitas dan lain sebagainya (Irianto, 2014).

Faktor risiko stroke dibagi menjadi dua yaitu faktor risiko yang dapat dimodifikasi dan tidak dapat dimodifikasi (Silva *et al*, 2014). Faktor risiko yang dapat dimodifikasi yaitu penyakit jantung yang dapat mempengaruhi sirkulasi darah dalam tubuh, gaya hidup tidak sehat dengan kebiasaan merokok dan konsumsi alkohol, hipertensi dengan tekanan darah yang melebihi normal menjadi faktor utama penyebab terjadinya stroke dan obesitas dengan kadar kolesterol yang tinggi menyebabkan penumpukan kolestrol dalam pembuluh darah yang disebut dengan *artherosklerosis* (Agreayu, 2013).

Sedangkan faktor risiko yang tidak dapat dimodifikasi adalah umur, jenis kelamin, genetik dan ras. Semakin bertambahnya umur maka risiko terjadinya stroke akan meningkat, setelah umur 55 tahun risiko terjadinya stroke akan meningkat dua kali lipat, stroke banyak diderita oleh laki-laki dikarenakan wanita mempunyai hormone estrogen untuk meningkatkan kekebalan tubuh hingga menopause, setelah monopaus wanita memiliki risiko yang sama dengan laki-laki untuk mengalami stroke dan riwayat keluarga

yang mengalami stroke berpengaruh pada anggota keluarga lain untuk mengalami stroke (Alchuriyah,2016).

4. Epidemiologi

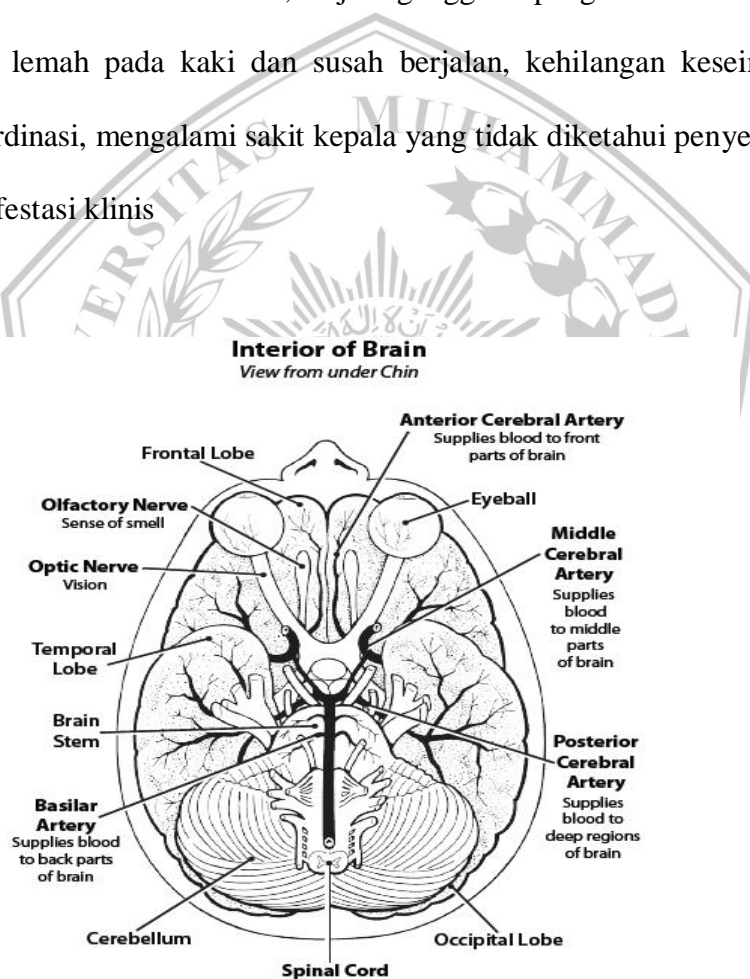
Stroke merupakan penyakit pada otak yang mengganggu fungsi saraf lokal atau global yang terjadi secara mendadak, progresif dan cepat, stroke disebabkan oleh gangguan peredaran darah otak yang mengakibatkan kelumpuhan wajah atau anggota badan, gangguan kesadaran, bicara tidak jelas, perubahan kesadaran dan lain-lain. Seseorang dapat didefinisikan mengalami stroke jika pernah didiagnosis stroke oleh tenaga kesehatan atau belum pernah didiagnosis stroke, tetapi secara mendadak memiliki gejala yang khas dialami oleh penderita stroke (Kemenkes RI, 2013).

Menurut WHO (2015) stroke menduduki peringkat kedua dalam sepuluh penyakit yang menjadi penyebab kematian tertinggi di dunia. Di Indonesia jumlah penderita stroke tahun 2013 berdasarkan diagnosis tenaga kesehatan diperkirakan sebesar 1.236.825 orang, sedangkan diagnosis nakes berdasarkan gejala diperkirakan sebesar 2.137.941 orang (Kemenkes RI, 2014). Persebaran stroke di Indonesia menurut data Kementerian Kesehatan RI tahun 2013, stroke di Jawa Timur sebesar 16 per mil dan diperkirakan jumlah penderita stroke sebesar 302.987 orang. Berdasarkan karakteristiknya stroke di Indonesia banyak diderita oleh lansia dan perempuan dibandingkan laki-laki, namun menurut diagnosa tenaga kesehatan stroke paling banyak ditemukan pada laki-laki (Riskesdes, 2013).

5. Tanda Dan Gejala Stroke

Tanda dan gejala stroke biasanya berkembang sangat cepat. Pada beberapa pasien, stroke terjadi selama tidur, dan gejala stroke hanya terlihat pada saat bangun tidur. Gejala seorang pasien bergantung pada bagian otak yang rusak, sifat dan keparahan gejala bisa sangat bervariasi (Silva *et al*, 2014). Tanda dan gejala stroke menurut American Heart Association (2017) antara lain kelemahan dan mati rasa pada daerah wajah, lengan atau kaki pada salah satu sisi tubuh, terjadi gangguan penglihatan secara mendadak, rasa lemah pada kaki dan susah berjalan, kehilangan keseimbangan dan koordinasi, mengalami sakit kepala yang tidak diketahui penyebabnya.

6. Manifestasi klinis



Gambar 2.6 : Manifestasi Klinis Dari Stroke
Sumber : (Brukman, 2010)

Menurut Brukman (2010) area aliran darah pada otak yang paling sering terjadi penyumbatan dan penyempitan yang menyebabkan kerusakan pada otak adalah sebagai berikut:

a. *Middle cerebral artery* jika terjadi stroke akan menyebabkan:

- 1) Hilangnya rasa pada sisi tubuh yang berlawanan
- 2) Lengan biasanya lebih lemah daripada kaki
- 3) Kelemahan otot wajah dan meneteskan air liur
- 4) Kelemahan otot sebagian hingga total
- 5) Kehilangan penglihatan atau buta
- 6) Adanya masalah untuk berkomunikasi, termasuk ketidakmampuan untuk memahami dan menghasilkan bahasa.
- 7) Bingung membedakan antara kiri dan kanan (Brukman, 2010)

a. *Anterior cerebral artery* jika terjadi stroke akan menyebabkan:

- 1) Kelemahan atau kelumpuhan di sisi tubuh yang berlawanan
- 2) Kaki biasanya lebih lemah dari lengan
- 3) Gangguan BAB dan BAK
- 4) Hilangan sensasi berlawanan
- 5) Gangguan intelektual, termasuk pemikiran dan ucapan yang berulang
- 6) Disorientasi (siapa dan dimana pasien dan masalah memahami aspek waktu)
- 7) Kebingungan, kelupaan, distraksi, dan pemikiran yang melambat
- 8) Ketidakmampuan untuk melakukan tugas ketika ditanya, meskipun pasien memiliki kemampuan fisik untuk melakukan tugas secara otomatis pada waktu lain (apraxia).
- 9) Kelemahan otot wajah

10) Masalah dengan reflex mengengam yang sangat kuat sehingga pasien tidak bisa melepaskan objek. (Brukman, 2010)

b. *Posterior cerebral artery* jika terkena gangguan akan menyebabkan:

- 1) Terjadi kebutaan pada sisi yang berlawanan dengan tempat kerusakan otak
- 2) Hilang ingatan dan kesulitan membaca
- 3) Kehilangan sensasi sentuhan yang parah
- 4) Sensasi terbakar di tungkai (sindrom nyeri *thalamik*)
- 5) Kelemahan dan adanya gerakan yang tak disadari
- 6) Kurangnya koordinasi (ataxia) (Brukman, 2010)

c. *Brain stem*

Sumbatan di arteri *vertebral* dan *basilar* di dasar otak dapat merusak batang otak. Batang otak mengontrol fungsi yang diatur secara otomatis seperti detak jantung dan pernapasan. Kerusakan pada area ini dapat menyebabkan koma atau kematian. Tergantung pada pembuluh darah yang tersumbat, banyak kombinasi defisit dan sindrom dapat terjadi, termasuk:

- 1) *Sensory loss* atau kehilangan sensori
- 2) Kelemahan pada satu sisi tubuh dan koordinasi yang buruk
- 3) Kesulitan menelan
- 4) Kehilangan kendali emosi
- 5) Bicara cadel
- 6) Masalah visual, penglihatan ganda
- 7) Pusing atau vertigo dan sakit kepala
- 8) Kejang (Brukman, 2010)

7. *Hemiparese*

Hemiparese merupakan keadaan lumpuh separuh tubuh yang penyebab hilangnya mekanisme *refleks postural* normal, seperti mengontrol siku untuk bergerak, mengontrol gerak kepala untuk keseimbangan, rotasi tubuh untuk gerak-gerak fungsional pada ekstremitas yang diakibatkan oleh lesi pada otak sisi yang berlawanan. Keadaan stroke saat ini sekitar 70-80% pasien akan mengalami *hemiparese* atau kelemahan salah satu sisi tubuh. Pasien stroke dapat meningkatkan fungsi motorik sekitar 20 % dan mengalami gejala sisa berupa kelemahan otot sekitar 50% pada ekstremitas bila tidak mendapatkan terapi (Rydwik *et al*, 2005 dalam Fathurohman, 2011).

Hemiparese terjadi adanya lesi saluran *kortikospinalis*, yang berjalan turun dari *kortikal neuron* di *lobus frontal* ke *motor neuron* sumsum tulang belakang yang mengatur pergerakan. Dimulai dari batang otak, semua melintasi pada sisi berlawanan pada bagian terendah dari *medula* dan turun di sepanjang sisi berlawanan dari sumsum tulang belakang yang bekerja *kontralateral motor neuron*, yaitu mengontrol pergerakan sisi yang berlawanan (Smeltzer & Bare, 2008).

Gejala pada *hemiparese* diantaranya adalah sekitar 40% kelemahan pada wajah, 50% kelemahan pada ekstremitas. Sekitar 55% pasien hemiparesis lebih banyak mengalami kelemahan pada tangan daripada kaki. Gejala yang terjadi dapat dibedakan sesuai dengan jenis *hemiparese* dan area otak yang mengalami kerusakan. Sisi kanan *hemiparese* cidera pada otak sisi kiri akan mengalami kesulitan berbicara dan memahami perkataan orang lain, serta sulit untuk menentukan perbedaan sisi tubuh kiri

atau kanan. Sisi kiri cedera pada sisi otak kanan menjadikan seseorang banyak bicara, tidak fokus dan gangguan memori. Cedera pada bagian bawah otak atau ataxia seseorang dapat mempengaruhi koordinasi gerakan. *Motor hemiparese* murni keadaan yang umum pada *hemiparesis*. Pasien yang mengalami *hemiparese* jenis ini memiliki kelemahan pada kaki, lengan dan wajah (Warlow *et al*, 2007 dalam Prasetyo, 2017).

8. Proses Perbaikan Motorik Pada Stroke

Stroke terjadi karena kerusakan otak yang masih belum diketahui bagaimana pemulihan otak tersebut setelah terjadinya kerusakan. Kerusakan sel otak dapat bersifat sementara dan tidak mengakibatkan kematian sel, hanya fungsinya yang berkurang. Jika kerusakan otak mengakibatkan kematian sel maka otak akan mengorganisasikan fungsi meraka sendiri dengan mengambil alih daerah yang rusak dengan daerah otak yang lain. Fungsi motorik dapat diperbaiki tergantung dengan berat atau ringannya defisit motorik saat serangan stroke terjadi (Steven, 2008).

Proses pemulihan pasien stroke pada anggota gerak atas dipengaruhi oleh letak kerusakan otak terutama pada bagian kortikal maupun subkortikal. Proses pemulihan fungsi motorik pada stroke memiliki pola umum yaitu setelah terjadinya kelumpuhan separuh badan, gerakan volunter pada anggota badan tersebut menghilang, reflek akan menurun dan resistansi terhadap gerakan pasif akan menurun. Selama dua hari setelah kejadian atau 48 jam reflek-reflek menjadi lebih aktif pada sisi parese dan resistansi pada gerakan pasif akan meningkat. Pada hari ke 1-38 setelah terjadinya hemiplegi atau kelumpuhan setengah badan, spastisitas mulai meningkat dan klonus mulai muncul (Hardiyanti, 2013).

Hari ke 6- 38 gerakan volunter perama akan muncul yaitu fleksi bahu dan panggul. Akan terbentuk fleksor sinergi yaitu fleksi jari-jari dan fleksi semua anggota gerak atas, setelah itu terjadi ekstensor sinergi akan terbentuk jika kekuatan *shoulder* dan *elbow* meningkat dan mencapai fase dimana spastisitas berkurang. Spastisitas akan menghilang jika kekuatan gerakan volunter telah pulih (Hardiyanti, 2013). Proses pemulihan dapat dibagi menjadi 6 stadium menurut Brunnstrom diantaranya adalah:

Stadium 1 : Segera setelah fase akut, flaksid, dan pasien tidak dapat menggerakkan anggota badan yang lumpuh.

Stadium 2 : Spastisitas dan gerakan sinergis mulai muncul, pasien mulai dapat menggerakkan anggota badan yang lumpuh secara volunter meskipun baru minimal.

Stadium 3 : Spastisitas mulai semakin nyata, pasien dapat mengontrol gerakan sinergis.

Stadium 4 : Spastisitas mulai menurun, pasien dapat menggerakkan anggota tubuhnya di luar pola sinergis.

Stadium 5 : Spastisitas minimal, penderita dapat melakukan gerakan kombinasi yang lebih kompleks di luar pengaruh sinergis

Stadium 6 : Spastisitas menghilang, pasien dapat melakukan banyak gerakan kombinasi dengan koordinasi yang cukup baik yang dilihat tampak normal.

Sebagian besar penderita dapat memperoleh kembali fungsi motorik meski dengan bantuan, namun terikat dengan kerusakan otak yang dialami. 14 minggu untuk kelompok motorik murni, 22 minggu untuk kelompok *sensomotorik*, 28 minggu untuk *sensomotorik* dengan kelompok *hemianopia* (Steven, 2008).

9. *Neuroplastisitas* atau *Plastisitas* Otak

Neuroplastisitas merupakan salah satu kemampuan dari otak untuk mengubah, merombak dan mengatur ulang untuk beradaptasi dengan situasi baru atau plastik. Konsep *neuroplastisitas* menunjukkan bahwa jaringan saraf tidak tetap, berubah dan menghilang secara dinamis tergantung pada pengalaman (Demarin, 2014). *Neuroplastisitas* tergantung pada proses pembelajaran dan praktik. Setelah terjadi kerusakan otak (pasien stroke), otak akan mengalami perubahan anatomi dan fisiologis oleh *motor learning* (Dobkin, 2013).

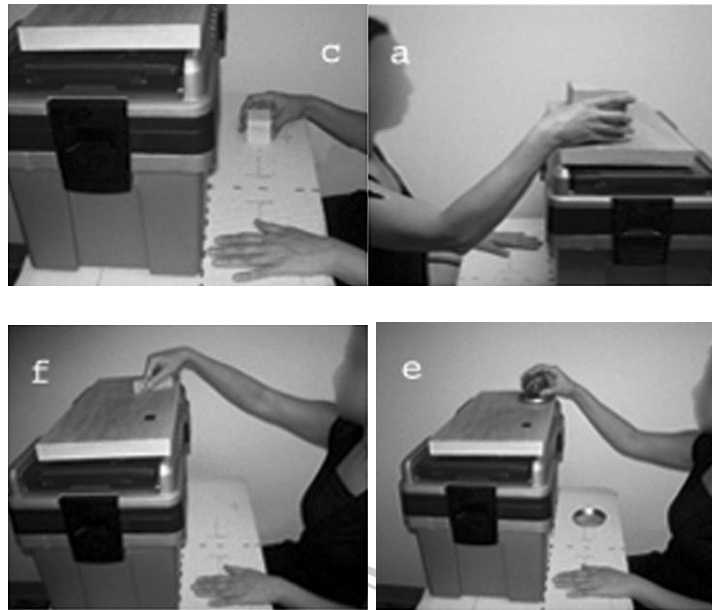
Neuroplastisitas pada cedera otak akibat stroke tergantung pada latihan motorik dengan penuh perhatian, motivasi secara progresif atau berulang-ulang dan berkelanjutan (Dobkin, 2013). Otak melakukan modifikasi dengan membuat koneksi saraf baru, penguatan saraf dari proses pengulangan, dan pelemahan saraf pada saraf yang jarang dipakai. *Neuroplastisitas* secara umum dapat dibagi menjadi dua yaitu *neuroplastisitas* struktur dan fungsional. *Neuroplastisitas* struktur terjadi selama perkembangan otak (janin dan otak orang dewasa setelah terjadi cedera) dan disebut perkembangan plastisitas atau *neurogenesis*, termasuk *neurogenesis* dan migrasi neuron dari zona ventrikel ke korteks. Sedangkan *neuroplastisitas* fungsional bergantung pada dua proses dasar yaitu belajar dan memori. Selama proses belajar dan mengingat, perubahan permanen terjadi pada hubungan sinaptik antar neuron akibat penyesuaian struktural atau proses biokimia intraseluler (Demarin, 2014).

C. *Action Research Arm Tets (ARAT)*

Action Research Arm Tet adalah suatu pengukuran yang digunakan untuk mengukur status fungsi motorik ekstremitas atas. ARAT pada tahun 1981 dikembangkan oleh Lyle untuk menilai perbaikan ekstremitas atas yang diakibatkan oleh gangguan pada sistem saraf pusat (McDonnel, 2008 dalam Machyono, 2017).

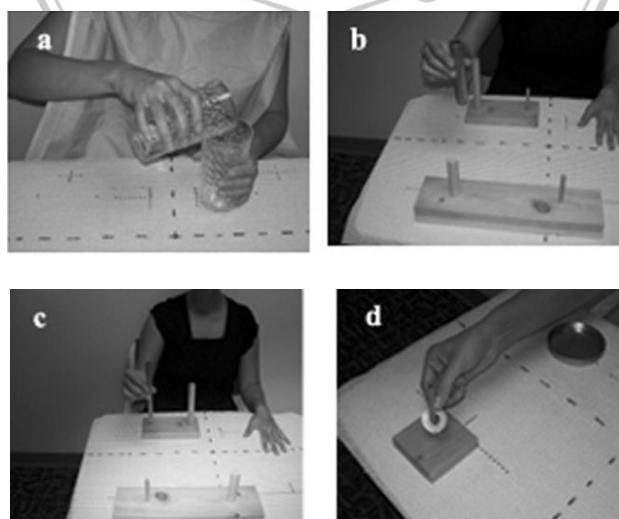
Action Research Arm Test (ARAT) terdiri dari 19 tes yang tersebar di masing-masing empat subskala yaitu menggenggam (*grasp*), memegang dengan cara mencengkeram (*pinch*), menjepit atau mencubit (*pinch*), dan motoric kasar (*gross motor*). Kuwalitas gerakan dari 19 tes yang diperiksa dalam ARAT diberi skor 0 yang artinya tidak ada gerakan, skor 1 yang artinya tugas gerakan dilakukan sebagian, skor 2 yang artinya tugas perpindahan selesai tetapi memakan waktu lama secara tidak normal dan skor 3 yang artinya gerakan dilakukan secara normal. Skor maksimal untuk ARAT adalah 57 untuk setiap ekstremitas atas, dengan skor yang lebih tinggi menunjukkan status motor ekstremitas atas yang lebih baik (Yozbatiran *et al*, 2008).

Menggenggam (*graps*) terdiri dari enam tugas yang dilakukan, yang pertama menempatkan dengan menggenggam balok berukuran 10 cm pada setiap sisinya di atas kotak atau tempat yang telah ditentukan, pada tugas kedua sampai ke empat sama seperti tugas pertama dan tetap menggunakan balok dengan ukuran yang berbeda-beda yaitu 2,5 cm, 5 cm, 7,5 cm pada setiap sisinya, tugas kelima menggenggam bola tenis, dan tugas keenam menggenggam batu asah ke tempat yang sudah ditentukan seperti tugas pertama (Yozbatiran *et al*, 2008).



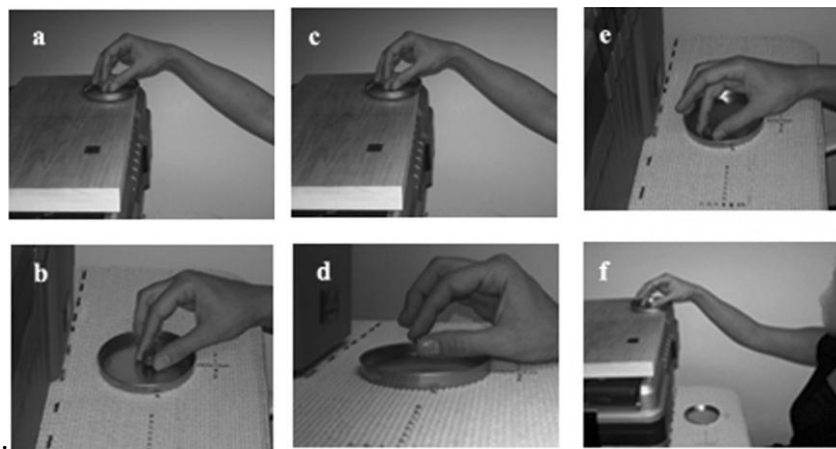
Gambar 2.7 : Menggenggam dalam ARAT
 Sumber : (Yozbatiran *et al*, 2008)

Memegang dengan cara mencengkeram (*pinch*) terdiri dari empat tugas diantaranya, menuangkan air dalam gelas yang belum terisi dengan air, kedua memindahkan tabung dengan diameter 2,25 cm ke sisi yang lain, ketiga sama dengan tugas kedua memindahkan tabung dengan diameter yang berbeda yaitu 1 cm ke sisi yang lain dan terakhir memasukkan mur dalam baut (Yozbatiran *et al*, 2008).



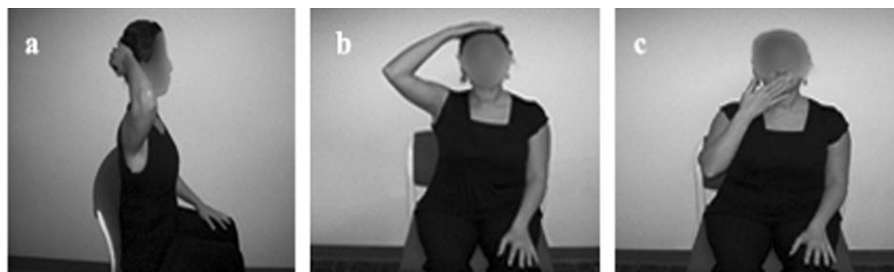
Gambar 2.8 : Mencengkeram dalam ARAT
 Sumber : (Yozbatiran *et al*, 2008).

Menjepit atau mencubit (pinch) terdiri dari enam tugas diantaranya yang pertama menjepit *ring* dengan jari manis dan ibu jari, kedua menjepit kelereng dengan jari telunjuk dengan ibu jari, ketiga menjepit ring dengan jari tengah dan ibu jari, keempat menjepit *ring* dengan jari telunjuk dan ibu jari, kelima menjepit kelereng dengan jari manis dan ibu jari, dan terakhir menjepit kelereng dengan jari tengah dan ibu jari. Alat uji yang telah dijepit dengan tangan ditempatkan di daerah yang telah ditentukan (Yozbatiran *et al*, 2008).



Gambar 2.9 : Menjepit dalam ARAT
Sumber : (Yozbatiran *et al*, 2008)

Gerak kasar (*gross motor*) merupakan tes terakhir yang dilakukan dalam penilaian ARAT dengan menilai koordinasi pasien, tes dilakukan dengan memberikan tiga tugas diantaranya tangan memegang bagian belakang kepala, atas kepala dan terakhir memegang mulut (Yozbatiran *et al*, 2008).



Gambar 2.10 : Gerak Motorik dalam ARAT
Sumber : (Yozbatiran *et al*, 2008).

D. Mirror Therapy

1. Definisi Mirror Therapy

Mirror therapy merupakan metode pengobatan berupa terapi gerak yang telah muncul beberapa tahun terakhir. *Mirror therapy* pertama kali diterapkan pada pasien amputasi yang mengalami *phantom pain* dan kedepanya *mirror therapy* digunakan untuk pengobatan pasien stroke (Rothangel & Braun, 2013). *Mirror therapy* adalah terapi dengan menggunakan cermin sebagai tempat untuk melihat gerakan tangan yang sehat, pasien diperintahkan untuk menirukan gerakan tersebut pada tangan yang sakit atau lesi, dan diikuti dengan pasien membayangkan gerakan tersebut pada tangan yang sakit seperti gerakan pada tangan yang sehat (Hardiyanti, 2013). *Mirror therapy* adalah latihan motorik atau sensorik dengan isyarat visual yang kuat dari cermin untuk meningkatkan kinerja motorik dan persepsi anggota tubuh sakit, pengaruh dari *mirror therapy* terkait dengan aktivasi *mirror neuron*, juga dapat diaktifkan ketika mengamati orang lain melakukan gerakan (Rothangel & Braun, 2013).

Otak diumpamakan sebagai organ plastik yang sangat mudah berubah. Otak dapat beradaptasi dengan kerusakan yang disebabkan oleh stroke. Pemikiran dibalik *mirror therapy* adalah cara mengelabui otak dengan mempersepsikan gerakan anggota tubuh yang lumpuh. Dalam sebuah penelitian terhadap 40 penderita stroke pada tahun 2007, para peneliti menemukan bahwa terapi cermin menghasilkan peningkatan yang signifikan secara statistik pada banyak tes ekstremitas bawah dan sebagian besar memiliki gerakan yang lebih baik di sendi pergelangan kaki mereka. Penelitian lain pada tahun 2008 menemukan hasil bahwa mereka dengan

kelemahan ekstremitas atas yang berpartisipasi dalam *mirror therapy* memiliki tangan yang berfungsi lebih baik setelah empat minggu dan enam bulan dibandingkan mereka yang memiliki *sham therapy* (Silva *et al*, 2014).

2. Fungsi *Mirror Therapy*

Fungsi dari *mirror therapy* adalah untuk memperbaiki fungsi *motorik* dan ADL, dapat mengurangi rasa sakit, meminimalisir kelalaian dan mengurangi gangguan sensorik. Efek pada *mirror* untuk mengurangi spastisitas belum dilakukan dalam studi klinis, namun dalam pengalaman klinis *mirror therapy* dapat membantu mengurangi spastisitas jangka pendek pada pasien dengan stroke (Rothangel & Braun, 2013).

3. Mekanisme *Mirror Therapy*

Mirror therapy adalah terapi dengan melihat bayangan pada cermin, pertama dengan mengamati bayangan pada cermin selama satu hingga dua menit, mencoba memvisualisasikan bayangan cermin sebagai anggota tubuh yang sakit. Selanjutnya melakukan latihan motor selama dua hingga tiga minggu pertama, dimulai dengan gerakan sederhana seperti gerakan fleksi dan ekstensi jari-jari, pergelangan tangan dan siku, gerakan terus meningkat sampai pada gerakan fungsional yang berulang-ulang (Rothangel & Braun, 2013).



Gambar 2.11 : *Mirror Therapy*
Sumber : (Rothangel & Braun, 2013).

Mekanisme pada *mirror therapy* yaitu dengan mengaktifkan *mirror neuron* pada otak. *Mirror neuron* pertama kali di temukan Giacomo Rizzolatti dan rekan-rekannya saat bekerja pada respon cengkeraman kera. Mereka mengamati bahwa sekelompok neuron di daerah F5 dari korteks premotor aktif ketika kera melakukan suatu tindakan dan saat mengamati tindakan yang dilakukan oleh hewan lain. Setelah *mirror neuron* ditemukan pada daerah F5, kemudian *mirror neuron* ditemukan di *inferior parietal lobules* (IPL), daerah ini menerima masukan kuat dari korteks di daerah *superior parietal sulcus* (STS), dari IPL mengirimkan output pada F5 dan pada korteks (Acharya & Shukla, 2012).

Sistem pengamatan yang dilakukan oleh seseorang dapat disebut dengan sistem *mirror neuron system* (MNS) berasal dari area F5. Neuron-neuron ini aktif ketika gerak motorik dan mengamati gerak motorik (visual informasi tanpa gerakan aktif) pada anggota tubuh yang sakit. Pengaktifan area premotor cortex dan *primary motor cortex* dengan mengamati aksi yang spesifik, sudah cukup untuk menginduksi rangsangan yang kuat pada *motor cortex*. Banyak pasien stroke dengan lesi pada daerah piramida otak, dengan paresis dari lengan atau tangan tidak dapat meningkatkan *output* mereka dari *motor cortex*, maka dari itu dengan aktivasi korteks premotor melalui MNS dengan informasi visual murni dari pengamatan gerak pada cermin untuk meningkatkan rangsangan dan penguatan korteks motorik primer. Banyak studi pencitraan resonansi magnetik fungsional (fMRI) menemukan jaringan daerah parieto-frontal (termasuk korteks premotor) yang aktif selama pengamatan gerakan (Blessin & Hamzei, 2014).

E. Proprioceptif Neuromuscular Facilitation

1. Definisi Proprioceptive Neuromuscular Facilitation

Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) adalah konsep terapi yang dikembangkan oleh seseorang yang bernama Kabat, Knott dan Von sekitar tahun 1950, dengan Filosofi dasarnya yaitu semua manusia, termasuk mereka yang cacat, memiliki potensi yang belum dimanfaatkan. Sesuai dengan filosofi ini, PNF adalah terapi yang memandang pada keseluruhan dari komponen manusia, tidak hanya pada masalah spesifik atau segmen tubuh, mamun dari seluruh potensi yang ada pada pasien. Tujuan utama PNF adalah untuk membantu pasien mencapai tingkat fungsional tertinggi, dengan prinsip-prinsip kontrol motorik dan pembelajaran motorik (Susan *et al*, 2008).

Basic penanganan menggunakan PNF yaitu, *resistance* dengan membantu kontraksi otot dan kontrol motorik, untuk meningkatkan kekuatan, membantu stimulasi motorik membantu kontraksi otot dan kontrol motorik, Iradiasi dan penguatan dengan penyebaran rangsangan; kontak manual dengan meningkatkan daya dan memandu gerakan dengan pegangan dan tekanan; posisi tubuh dan mekanika tubuh dengan memandu kontrol gerak atau stabilitas, verbal (perintah) dengan menggunakan kata dan volume suara yang tepat untuk mengarahkan pasien; visi dengan penggunaan visi untuk memandu gerakan dan meningkatkan kekuatan, traksi atau aproksimasi dengan tarikan atau kompresi tungkai dan batang untuk memfasilitasi gerakan dan stabilitas; peregangan dengan elongasi otot dan peregangan refleks untuk memfasilitasi kontraksi dan mengurangi kelelahan otot; waktu dengan waktu normal untuk megkontraksikan dan pola dengan gerakan sinergis, komponen

gerak normal fungsional. Jika prosedur tersebut digabungkan akan mendapatkan hasil maksimal (Susan *et al*, 2008)

Pola diagonal gerakan ekstremitas atas yang digunakan untuk memperbaiki disfungsi yang disebabkan oleh gangguan neurologis. Ketahanan terhadap otot lengan yang kuat menghasilkan iradiasi ke otot yang lebih lemah. Kita bisa menggunakan semua teknik dengan pola diagonal. Pilihan teknik atau kombinasi teknik individual akan bergantung pada kondisi pasien dan tujuan perawatan (Susan *et al*, 2008).

2. Fungsi *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation*

Terapi dengan menggunakan *proprioceptive neuromuscular facilitation* adalah terapi latihan dengan pendekatan pola gerak diagonal berdasarkan teknik fasilitasi neuromuscular untuk meningkatkan respon motorik dan meningkatkan kontrol dan fungsi neuromuscular. Dengan metode aplikasi isyarat sensoris dengan stimulasi sensoris, proprioceptive, kutaneus, visual dan audiotori untuk membangkitkan fungsi motor (Kisner & Colby, 2014).

3. Tehnik *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation*

Untuk meningkatkan kekuatan otot dapat menggunakan tehnik-tehnik dibawah ini:

a. *Dynamic Reversals*

Active resisted dan gerakan *cosentric* dari bagian otot agonis dan bergantian pada otot antagonis tanpa jeda dan istirahat. Tujuannya adalah meningkatkan aktif ROM, meningkatkan kekuatan otot, meningkatkan koordinasi, daya tahan otot, mengurangi kelelahan dan menurunkan tonus otot (Susan *et al*, 2008).

b. *Rhythmic initiation*

Gerakan rhythmic atau berulang pada salah satu anggota badan diawali dengan gerakan pasif sampai pasien diminta mengerakan aktif anggota badan tersebut. Tujuannya untuk melatih pasien dalam memulai sebuah gerakan, melatih koordinasi, meningkatkan lingkup gerak sendi dan menormalkan ketegangan otot (Susan *et al*, 2008).

c. *Rhythmic Stabilization*

Kontraksi isometric bergantian melawan resistensi. Tujuan dari *rhythmic stabilization* meningkatkan rentang gerakan aktif dan pasif, tingkatkan kekuatan, tingkatkan stabilitas dan keseimbangan serta dapat mengurangi rasa sakit (Susan *et al*, 2008).

d. *Repeated Stretch from Beginning of Range*

Peregangan itu timbul dari otot-otot di bawah tekanan perpanjangan. Tujuan dari *Repeated Stretch from Beginning of Range* yaitu memfasilitasi inisiasi gerak, meningkatkan rentang gerak aktif, tingkatkan kekuatan, cegah atau kurangi kelelahan dan memandu gerakan ke arah yang diinginkan (Susan *et al*, 2008).

e. *Repeated Stretch Through Range*

Peregangan ini timbul dari otot di bawah tekanan kontraksi. Tujuan untuk meningkatkan aktif range of motion, meningkatkan kekuatan otot, mencegah kelelahan otot dan memandu gerakan yang diinginkan (Susan *et al*, 2008).

4. Mekanisme *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation*

Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) menggunakan pola gerakan diagonal yang terdiri dari gerak multisendi, multibidang, diagonal

dan rotasional pada ekstremitas. Pola diagonal pada ekstremitas atas terdiri dari dua macam pola yaitu, diagonal 1 dan diagonal 2. Diagonal 1 terdiri dari diagonal 1 fleksi dan diagonal 2 ekstensi, sedangkan diagonal 2 terdiri dari diagonal 2 fleksi dan diagonal 2 ekstensi. Pola tersebut diikuti dengan gerakan pada bahu sebagai titik proksimal dari ekstremitas atas. Pola diagonal yang diberikan dengan stimulus *proprioceptive*, kutaneus, visual dan auditory yang dapat membangkitkan respon motoris (Kisner & Colby, 2014).

PNF salah satu terapi dengan memperbanyak impuls sensoris, berupa penglihatan, pendengaran, *proprioceptive*, sentuhan, dan tekanan dapat menimbulkan umpan balik (*feedback*) dari suatu gerakan. Penguatan impuls sensoris dapat mempercepat plastisitas otak. (Ward, 2004 dalam Hardianti, 2013). Secara fisiologis berbagai informasi auditori, visual, proprioseptif dan sentuhan, merupakan komponen aferen yang diteruskan menuju korteks *somatosensory* dan hipokampus untuk diolah, dan disimpan dalam suatu pola. Pola yang telah tersimpan dan dipelajari dalam korteks sensoris digunakan untuk melakukan gerakan motorik, melalui komponen eferen yang terdiri dari korteks motorik, basal ganglia dan traktus descending motorik (Hardianti, 2013).