

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Stroke merupakan kerusakan pada otak yang muncul mendadak, progresif, dan cepat akibat gangguan peredaran darah otak non traumatik (Riskesdas, 2018). World Health Organization (WHO) mendefinisikan stroke sebagai tanda-tanda klinis yang terjadi secara cepat atau mendadak berupa defisit fokal (atau global) pada fungsi otak, dengan gejala yang berlangsung selama 24 jam atau lebih atau menyebabkan kematian, tanpa penyebab yang jelas selain penyebab vascular (Harris, S. et al., 2017).

Perkiraan angka kejadian stroke terbaru dari Global Burden of Disease (GBD) 2019 menunjukkan bahwa stroke tetap menjadi penyebab utama kematian kedua dan penyebab utama kematian dan kecacatan ketiga di dunia. Dari tahun 1990 hingga 2019, peningkatan angka kejadian stroke meningkat secara signifikan, dengan sebagian besar kasus stroke di dunia terjadi pada negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah ke bawah. Risiko stroke seumur hidup juga telah meningkat selama 20 tahun terakhir sebesar 50% dan sekarang menjadi satu dari empat orang. Meskipun jumlah keseluruhan stroke pada laki-laki (77 juta) lebih tinggi daripada perempuan (66 juta) di seluruh dunia pada tahun 2019, estimasi angka kejadian dan prevalensi stroke lebih tinggi pada perempuan (6,4 juta kejadian dan 56,4 juta prevalensi) daripada laki-laki (5,8 juta kejadian dan 45,0 juta prevalensi) (Feigin et al., 2022). Angka kejadian stroke meningkat seiring bertambahnya usia, dengan peningkatan dua kali lipat setelah usia 55 tahun. Pasien usia tua memiliki angka mortalitas yang lebih tinggi dan luaran penyakit yang lebih buruk dibandingkan dengan pasien yang berusia lebih muda (Harris, S. et al., 2017).

Di Indonesia, data prevalensi stroke menunjukkan kenaikan dari 7% per 1000 penduduk pada tahun 2013 menjadi 10,9% per 1000 penduduk pada tahun 2018. Provinsi yang memiliki penderita stroke tertinggi yaitu Kalimantan Timur dengan jumlah 14,7% per 1000 penduduk, sedangkan Sulawesi Selatan dengan jumlah 10,6% menempati urutan ke 17 provinsi penderita stroke terbanyak di Indonesia. Data mengenai faktor risiko yang dapat memicu terjadinya stroke juga meningkat, seperti prevalensi hipertensi umur yang lebih dari 18 tahun di Indonesia sebesar 31,7% (Riskesdas, 2018).

Kejadian stroke sering kali memberikan dampak yang beragam, termasuk gangguan neurokognitif, yang secara signifikan berdampak pada kualitas hidup, peningkatan biaya perawatan kesehatan, hilangnya pendapatan dan hilangnya interaksi sosial bagi pasien (Baraka et al., 2023). Telah dikonfirmasi bahwa stroke dapat mengakibatkan gangguan fungsi kognitif. Namun, karena adanya kecacatan fisik yang berat, gangguan fungsi kognitif pasca stroke cenderung terabaikan. Di masa lalu, para peneliti mengidentifikasi demensia setelah stroke sebagai demensia vaskular. Namun tidak semua penderita stroke yang mengalami penurunan kognitif mencapai kriteria demensia tersebut (Sun et al., 2014).

Prevalensi gangguan fungsi kognitif pasca stroke bervariasi tergantung pada populasi yang diteliti dan metode penilaian yang digunakan. Penelitian telah melaporkan bahwa gangguan fungsi kognitif dapat terjadi pada ~30–70% penderita stroke (Elendu et al., 2023). Studi oleh Liman dkk. melaporkan 11,8% gangguan fungsi kognitif tiga tahun setelah stroke. Douiri dkk. melaporkan 24% gangguan fungsi kognitif sejak tiga bulan awal man et al. melaporkan 10,9% gangguan fungsi kognitif (Esmael et al., 2021). 61,7% pasien post stroke di Indonesia mengalami gangguan fungsi kognitif, Riskesdas pada tahun 2013. Dalam penelitian multisenter besar yang dilakukan oleh Liman dkk., prevalensi perempuan dan laki-laki umumnya sama, namun memiliki perbedaan pada domain yang terganggu dan mengalami peningkatan seiring



bertambahnya usia (Exalto et al., 2023). Studi oleh Suda dkk., pada tahun 2020 di Jepang menunjukkan bahwa gangguan fungsi kognitif dapat segera muncul setelah stroke iskemik pada hari kelima dengan prevalensi 63,3% dan berhubungan dengan penurunan fungsi kegiatan sehari-hari (Budiman et al., 2022)

Lokasi dan tingkat keparahan stroke memainkan peran penting dalam menentukan defisit kognitif spesifik yang diamati pada individu. Misalnya, stroke yang mempengaruhi lobus frontal sering dikaitkan dengan disfungsi eksekutif, sedangkan stroke yang melibatkan lobus temporal dapat menyebabkan memori (Elendu et al., 2023). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa hingga 90% pasien dengan stroke iskemik memiliki disfungsi kognitif pada tes neuropsikologi pada periode akut (Yang et al., 2020). Memahami hubungan antara stroke dan gangguan fungsi kognitif sangat penting untuk mengelola gejala secara efektif dan meningkatkan kualitas hidup penderita stroke. Defisit kognitif yang dialami oleh penderita stroke dapat berdampak besar terhadap fungsi sehari-hari, kemandirian, dan kesejahteraan pasien secara keseluruhan (Elendu et al., 2023)

Penilaian fungsi kognitif pasca stroke dan prognosis awal gangguan fungsi kognitif masih menjadi tantangan dalam banyak kasus dan kondisi klinis. Tes seperti Montreal Cognitive Assessment (MoCA) dan Mini-Mental State Examination (MMSE) telah digunakan dalam beberapa penelitian, alat ini dilaporkan efektif secara umum dalam skrining gangguan fungsi kognitif pasca stroke. Namun tes tersebut tidak sesuai untuk menilai banyak pasien stroke akut : gejala umum pasca stroke seperti paresthesia dan kelemahan ekstremitas atas, gangguan penglihatan, afasia, dan kelelahan umumnya menghalangi sejumlah besar pasien untuk melakukan penilaian dan skrining. Oleh karena itu, masih terdapat kebutuhan klinis akan metode yang layak untuk meningkatkan skrining, prognosis, atau deteksi gangguan fungsi kognitif pasca stroke; metode seperti itu harus dapat digunakan terlepas dari gejala stroke (Schleiger et al., 2017)

Quantitative EEG (QEEG) dapat mendeteksi perubahan CBF dan metabolisme otak hanya dalam waktu 28 - 104 detik. Perubahan EEG terkait erat dengan CBF. Selain itu, QEEG mungkin bermanfaat untuk memprediksi tidak hanya prognosis jangka pendek, namun juga hasil fungsional jangka panjang pada 1 tahun setelah stroke (Asmedi et al., 2022). Penelitian terbaru terhadap 105 pasien stroke melaporkan bahwa mereka yang memiliki kekuatan theta “tinggi” memiliki insiden gangguan fungsi kognitif yang relatif lebih besar (dinilai melalui MoCA) dibandingkan mereka yang memiliki kekuatan theta lebih rendah (Song et al., 2015). Penelitian sebelumnya oleh Tammasso dkk dan Asmedi dkk, didapatkan nilai DAR lebih tinggi pada kelompok dengan gangguan fungsi kognitif dibandingkan kelompok tanpa gangguan fungsi kognitif dan korelasi negatif antara *delta theta-alpha beta ratio* (DTABR) dan *delta alpha ratio* (DAR) dan *absolut power delta* dengan nilai MoCA-Ina (Asmedi et al., 2022; Tammasso et al., 2022). Hasil dari sejumlah penelitian secara kolektif menunjukkan bahwa tindakan QEEG dapat menginformasikan prognosis hasil fungsional umum dari stroke (Schleiger et al., 2017)

Gangguan fungsi kognitif pasca stroke sering terjadi, namun sering terabaikan sebagai konsekuensi dari stroke. Penelitian sebelumnya telah menyoroti bahwa perubahan aktivitas listrik otak dapat menjadi indikator penting dalam mengidentifikasi dan memonitor perubahan fungsi kognitif pasien setelah stroke. Penelitian mengenai gangguan fungsi kognitif pasca stroke iskemik akut belum banyak dilaporkan di Makassar. Oleh karena itu, alat skrining multidomain diperlukan untuk memprediksi lebih awal, sehingga diharapkan mencegah perkembangan dementia post stroke dan meningkatkan kesembuhan stroke. Dengan demikian, penulis tertarik melakukan penelitian untuk mengetahui aktivitas gelombang otak pada pasien dengan stroke iskemik pada fase akut, dan gelombang otak yang dapat direkam melalui teknik QEEG dapat membantu



menentukan tatalaksana dan prognosis yang tepat dalam meningkatkan kualitas hidup pasien yang terkena dampak stroke, khususnya untuk luaran fungsi kognitif.

1.2 Stroke

Stroke adalah manifestasi klinis akut akibat disfungsi neurologis pada otak, medula spinalis, dan retina baik sebagian atau menyeluruh yang menetap selama ≥ 24 jam atau menimbulkan kematian. Secara garis besar klasifikasi stroke terbagi menjadi dua, stroke hemoragik dan stroke iskemik. Stroke hemoragik ditandai dengan perdarahan ke dalam jaringan otak yang mengakibatkan hematoma dan pergeseran jaringan otak, sedangkan iskemia disebabkan oleh trombositas yang ditandai dengan "*blood clots*" di pembuluh darah intrakranial yang menyebabkan hipoksia pada bagian otak tertentu karena berkurangnya suplai darah (Caplan dan Liebskind, 2016). Mayoritas (sekitar 80%) stroke adalah iskemik, meskipun kejadian antara stroke hemoragik dan stroke iskemik berbeda-beda pada setiap populasi (Boehme et al., 2017).

Stroke dianggap sebagai penyakit yang dapat berkembang karena paparan jangka panjang terhadap faktor risiko yang berkaitan dengan gaya hidup. Risiko terkena stroke pertama kali dapat diturunkan hingga 80% pada orang yang tidak menerapkan gaya hidup sehat dibandingkan dengan mereka yang menerapkan hidup sehat. Berbagai faktor risiko stroke yang dapat dimodifikasi dan tidak dapat dimodifikasi telah diketahui. Faktor risiko yang tidak dapat dimodifikasi adalah jenis kelamin, usia, etnis, keturunan, dan ras. Faktor risiko yang dapat dimodifikasi termasuk, namun tidak terbatas pada, hipertensi, dislipidemia, diabetes mellitus, fibrilasi atrium, merokok, penyalahgunaan obat-obatan, dan asupan alkohol (Soliman et al., 2018).

1.2.1 Patofisiologi Stroke Iskemik

Stroke iskemik dapat disebabkan oleh tiga mekanisme, yaitu trombositas, emboli dan penurunan perfusi atau aliran darah di otak. Rudolph Virchow pada tahun 1700 mengemukakan tiga faktor yang dapat menimbulkan trombositas, yakni jejas endotel, hiperviskositas, dan gangguan aliran. Dari kombinasi ketiga faktor tersebut, terdapat dua jenis trombositas, yakni trombositas arteri dan trombositas vena (Rasyid, et al., 2017).

Trombositas mengacu pada penyumbatan aliran darah karena proses oklusif yang terlokalisasi dalam satu atau lebih pembuluh darah. Meskipun hal ini menunjukkan bahwa trombus atau bekuan darah adalah penyebab penyumbatan, namun sumbatan tersebut juga dapat disebabkan oleh pla katerosklerotik yang disertai oklusi trombotik. Lumen pembuluh darah menyempit atau tersumbat oleh perubahan pada dinding pembuluh darah maupun pembentukan bekuan darah. Jenis kelainan vaskular yang paling umum adalah aterosklerosis, di mana jaringan fibrosa, lemak membentuk plak yang dapat mengganggu lumen (Caplan dan Liebskind, 2016).

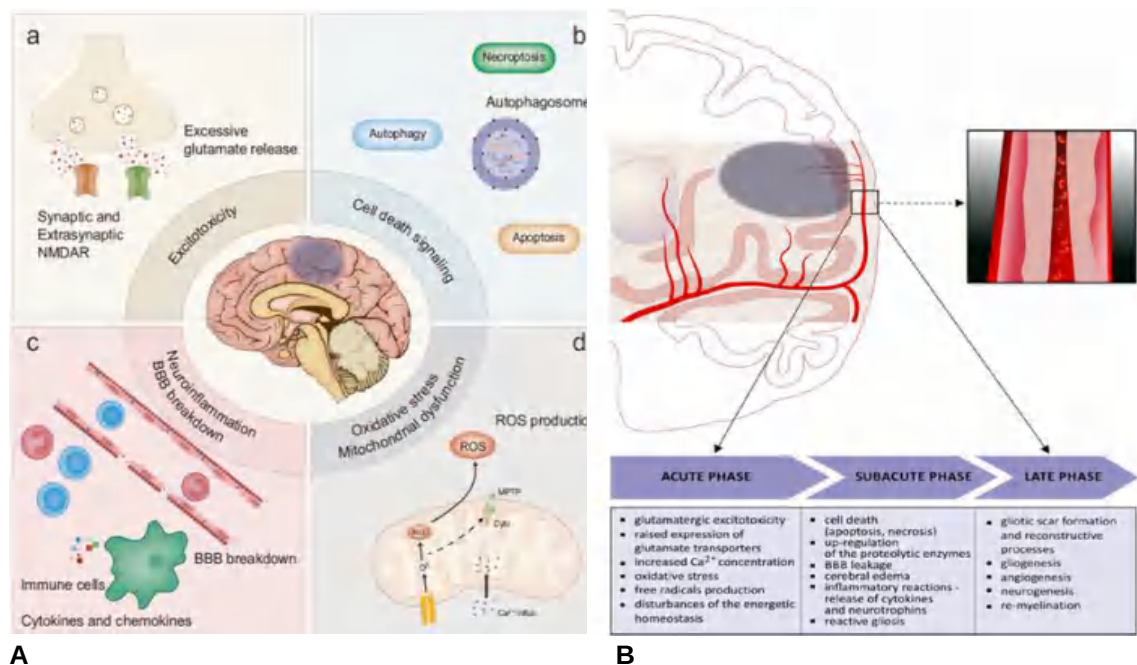
Mekanisme emboli, terjadi karena adanya material yang berasal dari sumber lain dan menyumbat pembuluh darah. Sumbatan ini dapat bersifat transien (sementara) atau intermiten. Tiga komponen utama emboli adalah sumber emboli, material emboli, dan Lokasi letak emboli menyumbat. Emboli merupakan campuran trombositas dan plak terfragmentasi yang berasal dari pembuluh darah yang lebih proksimal. Arteri besar, seperti aorta, karotis, vertebralis dan vena sistemik merupakan sumber emboli yang sering. Emboli juga sering berasal dari jantung termasuk pada gangguan katup jantung atau tumor g jantung. Defek jantung pada septum arterial atau foramen ovale paten dapat ik emboli ke pembuluh darah otak melalui pirau arteri-vena (emboli paradoksikal) t al., 2017).

ada hipoperfusi sistemik, berkurangnya aliran ke jaringan otak disebabkan oleh a tekanan perfusi sistemik. Penyebab tersering adalah kegagalan pompa jantung



(paling sering akibat infark miokard atau aritmia) dan hipotensi sistemik (akibat kehilangan darah atau hipovolemia). Dalam kasus seperti ini, kurangnya perfusi lebih bersifat umum dibandingkan trombosis atau emboli lokal dan mempengaruhi otak secara difus dan bilateral (Caplan dan Liebskind, 2016)

Setelah terjadi stroke iskemik, neuron akan kekurangan oksigen dan energi sehingga memberikan efek yang merugikan. Hal ini akan menyebabkan terjadinya proses yang mengarahkan pada terjadinya kematian sel, yaitu : 1) proses eksitotoksitas, 2) stres oksidatif dan nitratif, 3) inflamasi dan 4) apoptosis. Semua proses ini dapat merusak neuron, glia, dan sel endotel, dan semuanya saling berhubungan yang mana akan berakhir pada destruksi neuronal (Kurniawan M, et al., 2017)



A **Gambar 1.** A. Jalur yang terkait dengan patofisiologi stroke iskemik (Qin et al., 2022). 1B. Proses patofisiologis yang berkembang selama stroke iskemik (Steliga, et al., 2020).

Gambar 1 A, menggambarkan jalur yang terjadi pada stroke iskemik. a. Eksitotoksitas pada stroke iskemik, di mana glutamat dilepaskan secara berlebihan dan NMDAR sinaptik dan ekstra-sinaptik terlibat; b. Jalur penanda kematian sel, yang terutama melibatkan autofagi, apoptosis dan nekroptosis pada stroke iskemik; c. Peradangan saraf dan kerusakan sawar darah otak pada stroke iskemik; d. Stres oksidatif, yang terutama ditandai dengan produksi ROS dan disfungsi mitokondria yang melibatkan masuknya Ca²⁺ ke dalam mitokondria pada stroke iskemik (Qin et al., 2022)

Dampak stroke iskemik dimulai dari proses yang terjadi dalam urutan waktu yang ditentukan secara rinci. Penurunan aliran darah otak menyebabkan berkurangnya oksigen dan glukosa yang dikirim ke jaringan otak. Hal ini memulai serangkaian proses biokimia yang pada akhirnya menyebabkan kerusakan dan kematian sel. Salah satu konsekuensi paling awal dari proses ini adalah perubahan glikolisis oksidatif menjadi jalur anaerobik yang efektif, diikuti dengan penurunan produksi ATP dan peningkatan konsentrasi laktat. Hal ini mengakibatkan penurunan semua proses metabolisme yang bergantung pada energi dan disfungsi pompa ion yang menyebabkan perubahan konsentrasi ion (yaitu peningkatan kadar K⁺ intraseluler dan peningkatan kadar Cl⁻, Na⁺, dan Ca²⁺). Hal ini pada



waktunya akan berkontribusi terhadap influks cairan dan terjadinya edema otak (Steliga et al., 2020).

Depolarisasi membran sel saraf menyebabkan pelepasan glutamat dalam jumlah yang berlebihan dan memicu eksitotoksisitas glutamatergik. Efek stimulasi glutamat, dengan mengubah konsentrasi Ca^{2+} dan aktivasi enzim (misalnya protease, lipase, fosfatase, dan endonuklease), menyebabkan kerusakan sel lebih lanjut. Hal ini disertai dengan terjadinya stres oksidatif yang disertai dengan peningkatan produksi oksigen bebas dan radikal nitrogen. Secara keseluruhan, disfungsi seluler ini disebut eksitotoksisitas dan melibatkan NMDAR. Stres oksidatif menyertai beberapa proses patologis dan hasil dari peningkatan produksi ROS. Konsekuensi lebih lanjut dari proses ini adalah memicu respons inflamasi dan pelepasan sitokin proinflamasi dan kemokin yang efeknya merusak semua elemen unit neurovaskular. Pada pembuluh darah otak, peningkatan permeabilitas sawar darah otak dan kerusakan sel endotel terjadi, disertai dengan peningkatan regulasi mekanisme trombotik. Proses ini disertai dengan kematian sel apoptosis dan nekrotik, yang bergantung pada lamanya penurunan aliran darah otak, tingkat gangguan metabolisme energi, dan lokalisasi sel (di dalam inti infark atau penumbra) (Qin et al., 2022; Steliga et al., 2020).

Penurunan aliran darah otak dan berkurangnya ketersediaan oksigen dan glukosa memulai proses fase akut (hingga 24 jam sejak timbulnya iskemia) di proses stroke iskemik, yaitu eksitotoksisitas glutamatergik, peningkatan kadar Ca^{2+} , dan glikolisis anaerobik, yang menyebabkan berkurangnya efisiensi metabolisme energik. Fase subakut ditandai dengan terjadinya berbagai bentuk kematian sel, disintegrasi dan kebocoran sawar darah-otak, serta inisiasi respon inflamasi yang diikuti dengan pelepasan mediator yang memperburuk efek kerusakan primer. Pada fase ini, proses reparatif yang dihasilkan dari proliferasi dan diferensiasi sel akan mendominasi, yang terlihat dari pemulihan populasi sel secara intensif, angiogenesis, dan re-myelination. Berbeda dengan fase sebelumnya, mulai satu minggu dari awal iskemia, proses yang dimulai mengarah pada penurunan efek destruktif dari pengurangan aliran darah otak melalui produksi gliosis reaktif dan scar gliotik, yang memungkinkan demarkasi inti infark yang nekrotik dari jaringan utuh di sekitarnya (Steliga et al., 2020).

Faktor risiko vaskular secara signifikan berkontribusi terhadap penurunan kognitif setelah stroke. Hipertensi, diabetes mellitus, AF, dan hiperlipidemia merupakan faktor risiko stroke dan gangguan fungsi kognitif. Faktor risiko ini berkontribusi terhadap patologi pembuluh darah yang dapat merusak struktur otak, mengganggu aliran darah otak, dan menyebabkan defisit kognitif. Usia, tingkat pendidikan, dan gangguan fungsi kognitif yang sudah ada sebelumnya juga dikaitkan dengan risiko penurunan kognitif setelah stroke. Usia yang lebih tua dan tingkat pendidikan yang lebih rendah secara konsisten dikaitkan dengan risiko lebih tinggi terjadinya gangguan fungsi kognitif pasca stroke. Selain itu, mekanisme yang mendasarinya, termasuk hipoperfusi serebral, kerusakan white matter, dan peradangan saraf, berkontribusi terhadap gangguan fungsi kognitif pada penderita stroke (Elendu et al., 2023).

1.3 Kognitif

Kognisi berasal dari Bahasa latin “cognition” yang berarti berpikir menurut Pincus dan Tucker hal ini menunjukkan bahwa seseorang mengetahui dan menyadari keadaan yang diperoleh dari sejumlah fungsi kompleks yang diantaranya orientasi waktu, an orang, memori, kemampuan aritmatika , berpikir abstrak , kemampuan untuk berpikir logis dan fungsi eksekutif. (Pincus & Tucker, 2023). Fungsi kognitif merupakan modal utama manusia dalam aktivitas kehidupan . Fungsi ini terbagi menjadi lima ranah (*domain*) besar, yaitu atensi, memori,



visuospasial, bahasa, dan fungsi eksekutif, yang tidak dapat berdiri sendiri melainkan saling berhubungan. Penurunan dan gangguan fungsi kognitif dapat terjadi karena kerusakan struktur dan fungsi otak disebabkan oleh bertambahnya usia, faktor-faktor risiko yang terjadi sepanjang kehidupan, seperti penyakit hipertensi, diabetes, dislipidemia, gangguan gizi, penyakit pembuluh darah otak (otak, jantung, ginjal, dan lain), dan penyakit autoimun (Mayza A *et al.*, 2022)

1.3.1 Fungsi Kognitif dan Stroke

Gangguan fungsi kognitif pasca stroke iskemik dapat terjadi akibat langsung dari stroke iskemik itu sendiri atau merupakan interaksi dari stroke iskemik dan faktor-faktor risiko yang menyertainya, seperti hipertensi, diabetes melitus, dislipidemia, obesitas, fibrilasi atrium, penyakit jantung koroner, hiperhomosisteinemia, usia dan predisposisi genetik (Harahap, 2020).

Saat terjadi stroke iskemik akut, dimana terjadi oklusi pembuluh darah otak, terjadi fenomena yaitu peningkatan konsentrasi berbagai sitokin, baik didalam cairan serebrospinal maupun sirkulasi darah. Homosistein mampu menginduksi terjadinya respon inflamasi sistemik, baik yang melibatkan sistem kekebalan alami maupun adaptif. Ternyata, beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa homosistein, bersama-sama dengan mediator inflamasi dan kondisi stres oksidatif yang disebabkan, juga memiliki kemampuan untuk menyebabkan terjadinya disrupsi sawar darah otak, induksi respon inflamasi di sistem saraf pusat dan kematian sel-sel neuronal pada kondisi stroke iskemik akut. Kondisi hiperhomosisteinemia pada stroke iskemik secara patofisiologi berpotensi untuk menyebabkan terjadinya gangguan fungsi kognitif, baik secara independen maupun melalui interaksinya dengan faktor-faktor risiko vaskular dan kejadian stroke iskemik itu sendiri. Karena bersifat toksik, homosistein yang mengalami translokasi di jaringan otak pada kondisi stroke iskemik mampu menginduksi terjadinya respon inflamasi berlebih dan kematian neuron, suatu proses yang mengarah pada kondisi neurodegenerasi. Proses neurodegeneratif pada struktur otak yang mengemban fungsi domain kognitif tertentu akan menyebabkan terganggunya fungsi dari domain kognitif tersebut (Harahap, 2020).

Studi terbaru menunjukkan bahwa infark di area strategis memainkan peran penting dalam mekanisme gangguan fungsi kognitif pasca stroke serta berhubungan dengan tingkat keparahan demensia. Volume infark di area strategis seperti area limbik kortikal, area asosiasi heteromodal, termasuk korteks frontal, dan white matter berkontribusi terhadap gangguan fungsi kognitif pasca-stroke (Sun *et al.*, 2014). Seiring dengan perkembangan studi tentang patogenesis, lesi pada struktur seperti hipokampus dan korteks entorhinal yang sebelumnya dianggap hanya terkait dengan Alzheimer telah dilaporkan berpengaruh terhadap penurunan kognitif pasca stroke. Berdasarkan studi yang ada, lesi pada hipokampus dapat menyebabkan gangguan memori persisten yang biasanya terjadi akibat iskemia arteri serebral posterior. Studi ini juga menunjukkan bahwa infark pada hipokampus kiri akan mengganggu memori jangka panjang. Selain itu, volume neural hipokampus yang terganggu berhubungan dengan demensia pasca stroke. Stroke lakunar sering dikaitkan dengan White matter lesions (WMLs) dan disebabkan oleh kerusakan iskemik akibat Small vessel disease. Baik WML maupun stroke lakunar adalah prediktor penurunan kognitif dan berkorelasi dengan tingkat gangguan fungsi kognitif. WMLs dan infark lakunar merusak fungsi kognitif, terutama kecepatan psikomotor, fungsi

dan fungsi kognitif global. Selain itu, WMLs dan atrofi otak seperti atrofi lobus medial, atrofi subkortikal, dan atrofi kortikal secara independen terkait dengan cognitive impairment (VCI), dan atrofi otak dapat mempercepat efek WMLs pada *et al.*, 2014)

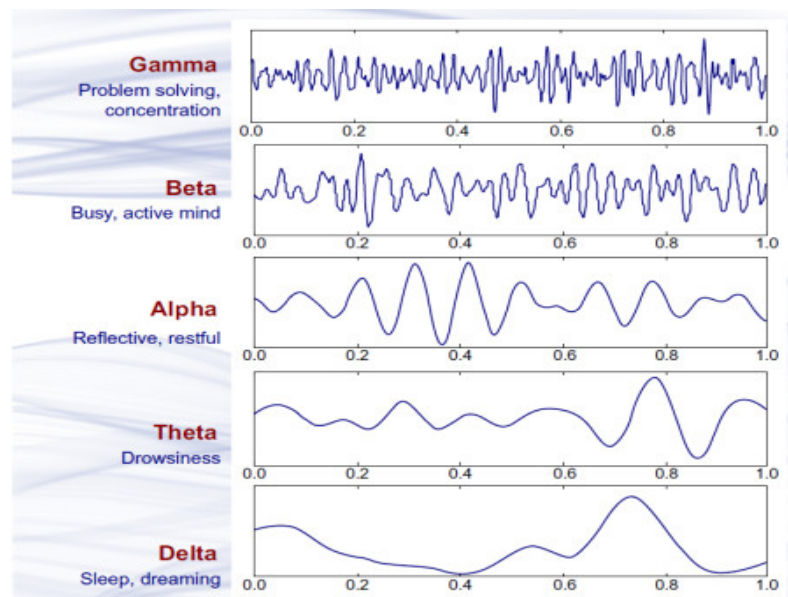


Selain lesi pada hipokampus dan *white matter*, terdapat teori lainnya, yaitu pada pembuluh darah kecil yang disebut sebagai CMB (Cerebral Microbleeds). CMB didefinisikan sebagai perdarahan yang lebih kecil dari 5 mm, yang dapat dideteksi melalui MRI T2 gradient-echo, dan dikenal sebagai penanda penyakit vaskular kecil seperti penyakit vaskular subkortikal terkait dengan hipertensi dan cerebral amyloid angiopathy (CAA). Pada populasi penyintas stroke, sekitar 35% pasien dengan stroke iskemik dan 60% pasien dengan stroke hemoragik memiliki CMB (Cerebral Microbleeds). *Small vessel disease* telah dilaporkan berhubungan dengan defisit kognitif. Berdasarkan studi, pasien dengan CMB menunjukkan gangguan fungsi eksekutif lebih sering daripada mereka yang tidak mengalami CMB. Keberadaan CMB di lokasi dalam berhubungan dengan kecepatan pemrosesan yang lebih lambat, fungsi eksekutif yang lebih buruk, dan risiko demensia vascular (Sun et al., 2014).

Lebih lanjut, gangguan aliran darah otak juga berperan andil dalam patofisiologi PSCI (Post Stroke Cognitive Impairment). Autoregulasi serebral adalah mekanisme yang berfungsi untuk menjaga stabilitas *Cerebral blood flow* (CBF) selama fluktuasi tekanan darah. Gangguan autoregulasi serebral dapat menyebabkan CBF yang tidak stabil, yang berdampak buruk pada luaran penyakit neurologis termasuk stroke iskemik (Wang, S et al., 2022).

1.4 Gelombang Otak Manusia

Gelombang otak adalah tegangan listrik yang beresilasi di otak yang hanya berukuran sepersejuta volt. Sampel gelombang otak untuk berbagai bentuk gelombang ditunjukkan pada gambar 2. Berbagai wilayah otak tidak memancarkan frekuensi gelombang otak yang sama secara bersamaan. Sinyal EEG antar elektroda yang dipasang di kulit kepala terdiri dari banyak gelombang dengan karakteristik berbeda-beda. Pola gelombang otak bersifat unik pada setiap individu. Aktivitas listrik di otak bergantung pada jenis aktivitas yang dilakukan seseorang. Misalnya, gelombang otak orang yang sedang membaca sangat berbeda dengan orang yang sedang bersantai. Gelombang/irama otak ini diklasifikasikan dalam lima kategori, dan memberikan informasi tentang kesehatan dan keadaan pikiran seseorang (Abhang et al., 2016).



2. Frekuensi gelombang otak Gamma, Beta, Alpha, Theta dan Delta (Abhang et al., 2016)



Gelombang Gamma

Frekuensi gelombang gamma berkisar antara 30Hz hingga 100Hz. Bentuk gelombang ini direkam di korteks somatosensori dalam kasus pemrosesan sensorik model silang, selama memori jangka pendek untuk mengenali objek, suara, sensasi sentuhan, dan dalam kasus patologis karena penurunan kognitif, terutama bila dikaitkan dengan gelombang theta (Al-Qazzaz et al., 2014).

Gelombang gamma dianggap sebagai aktivitas otak tercepat. Ini bertanggung jawab untuk fungsi kognitif, pembelajaran, memori, dan pemrosesan informasi. Menonjolnya gelombang ini menyebabkan kecemasan, gairah tinggi, dan stres; sementara penekanannya dapat menyebabkan Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD), depresi, dan ketidakmampuan belajar. Dalam kondisi optimal gelombang gamma membantu perhatian, fokus, pengikatan indera (penciuman, penglihatan, dan pendengaran), kesadaran, pemrosesan mental, dan persepsi (Abhang et al., 2016).

Gelombang beta

Gelombang beta adalah gelombang otak berfrekuensi tinggi dan amplitudo rendah yang biasanya diamati dalam keadaan sadar dengan rentang frekuensi dari 13 Hz – 30 Hz, lebih tinggi dari bentuk gelombang alpha, tetapi amplitudonya rendah dengan rentang 5 μ V -10 μ V, terjadi selama keadaan kesadaran yang tinggi. Gelombang diamati di daerah parietal dan frontal kepala, terdistribusi di daerah neokorteks, thalamus dan hipokampus (Al-Qazzaz et al., 2014; Buskila et al., 2019).

Neurotransmitter yang berperan adalah asetilkolin yang juga berperan dalam fungsi kognitif khususnya memori (Buskila et al., 2019). Mereka terlibat dalam pemikiran sadar dan pemikiran logis. Memiliki jumlah gelombang beta yang tepat memungkinkan kita untuk fokus. Peningkatan gelombang ini menyebabkan kecemasan, peningkatan gairah, ketidakmampuan untuk rileks dan stres, sedangkan penekanannya dapat menyebabkan ADHD, melamun, depresi dan kognisi buruk. Dalam kondisi optimal, gelombang beta membantu fokus sadar, memori, dan pemecahan masalah (Abhang et al., 2016).

Gelombang Alpha

Gelombang alpha berbentuk seperti rhythmic sinusoidal wave dengan frekuensi 8-13 Hz dan berdistribusi maksimal di daerah posterior dengan rentang tegangan normal kurang lebih 20 μ V hingga 200 μ V. Gelombang ritmis ini muncul pada orang dewasa sehat saat mereka terjaga, rileks dan mata tertutup. Gelombang ini sebagian besar terdistribusi di daerah posterior (Al-Qazzaz et al., 2014). Modulasi kolinergik terjadi pada daerah korteks prefrontal. Asetilkolin merupakan neurotransmitter mayor pada sistem kolinergik, yang berfungsi pada proses memori. Penurunan asetilkolin berhubungan dengan Alzheimer (Buskila et al., 2019). Gelombang alpha membantu kita menenangkan diri bila diperlukan dan meningkatkan perasaan relaksasi yang mendalam. Jika terjadi penurunan, dapat menimbulkan kecemasan, stres tinggi, dan insomnia. Ketika optimal akan mengarah pada keadaan rileks (Abhang et al., 2016).

Gelombang Theta

Gelombang Theta dengan rentang frekuensi gelombang adalah 4Hz hingga 7Hz. Gelombang θ terekam melintasi wilayah temporal dan parietal kulit kepala dengan rentang 5 μ V hingga 10 μ V (Al-Qazzaz et al., 2014). Dua jenis θ ditemukan pada orang berdasarkan aktivitasnya; tipe pertama menunjukkan distribusi yang luas di kulit kepala dan berhubungan dengan penurunan kewaspadaan, kantuk, gangguan fungsi kognitif, dan demensia, sedangkan tipe kedua disebut frontal midline theta karena



didistribusikan di dalam garis tengah frontal dan dihasilkan oleh anterior cingulate cortex, yang merupakan wilayah terbesar dengan korelasi positif antara kepadatan arus theta dan metabolisme glukosa (Al-Qazzaz et al., 2014). Interaksi antara neuron inhibisi dan eksitasi hipokampus, dimodulasi oleh kolinergik dan GABA. Dalam keadaan optimal, theta membantu kreativitas, hubungan emosional, intuisi dan relaksasi. Gelombang theta memiliki manfaat membantu meningkatkan intuisi, memori, kreativitas, juga terlibat dalam tidur restoratif (Abhang et al., 2016; Buskila et al., 2019).

Gelombang Delta

Gelombang delta dengan rentang frekuensi kurang dari 0-3 Hz, dan amplitudonya berkisar antara 20 μ v hingga 200 μ v. Bentuk gelombang ini dapat terekam di frontal pada orang dewasa dan di posterior pada anak-anak (Al-Qazzaz et al., 2014). Gelombang Delta adalah gelombang otak paling lambat yang tercatat pada manusia. Hal ini paling sering ditemukan pada bayi dan anak kecil, dan berhubungan dengan tingkat relaksasi terdalam dan *restorative sleep*. Fungsi lainnya berhubungan dengan fungsi kognitif, seperti memori, atensi dan motivasi. Delta terlihat jelas pada cedera otak, masalah belajar, ketidakmampuan berpikir, dan ADHD. Jika gelombang ini terlalu ditekan, hal ini menyebabkan ketidakmampuan untuk meremajakan tubuh dan merevitalisasi otak, serta kurang tidur. *N-methyl-D-aspartate receptor* (NMDAR) sebagai reseptor glutamate. Dalam beberapa kondisi patologis, seperti Stroke, ALS (Amyotrophic Lateral Sclerosis), dan penyakit Alzheimer, ia bertindak sebagai eksitotoksin, menghasilkan masuknya kalsium yang berlebihan ke dalam neuron dan menyebabkan kematian neuron berhubungan dengan glutamate yang bersifat eksitatorik. Produksi gelombang delta yang cukup membantu kita merasa benar-benar diremajakan dan meningkatkan sistem kekebalan tubuh, penyembuhan alami, dan tidur nyenyak (Abhang et al., 2016).

1.4.1 Gelombang Otak Pada Stroke dan Fungsi kognitif

Pada tingkat aliran darah sekitar 20 ml/100 g per menit, aktivitas elektroensefalografi (EEG) akan terpengaruh. Laju metabolisme oksigen otak juga mulai menurun ketika CBF berkurang di bawah 20 ml/100 g per menit. Pada tingkat di bawah 10 ml/100 g per menit, membran dan fungsi sel sangat terpengaruh. Neuron tidak dapat bertahan lama pada aliran darah di bawah 5 ml/100 g per menit. Cedera iskemik adalah dampak dari tingkat kerusakan dan durasi penurunan aliran darah, yang dikompensasi oleh sirkulasi kolateral dan juga dipengaruhi oleh toleransi iskemik atau kapasitas jaringan otak tertentu untuk bertahan dari cedera (Caplan dan Liebskind, 2016)

Penurunan aliran darah juga memengaruhi pelepasan neurotransmitter penting seperti asetilkolin dan glutamat, yang berperan dalam modulasi gelombang otak dan fungsi kognitif. Asetilkolin adalah neurotransmitter yang sangat penting untuk proses pembelajaran dan memori. Penurunan aliran darah ke area otak yang memproduksi asetilkolin, seperti hipokampus dan korteks entorhinal, dapat mengurangi produksi dan pelepasan asetilkolin. Hal ini menyebabkan gangguan pada aktivitas gelombang otak alpha, yang umumnya berhubungan dengan keadaan relaksasi dan kesiapan mental. Tanpa asetilkolin yang cukup, kemampuan otak untuk melakukan tugas-tugas kognitif yang kompleks, seperti memori jangka pendek dan pemrosesan informasi, menjadi terhambat. Glutamat, di sisi lain, adalah neurotransmitter eksitatori utama di otak yang memainkan peran penting dalam plasticity sinaptik dan transmisi sinyal antara neuron. Penurunan aliran darah akibat stroke dapat menyebabkan iskemia, yang mengganggu keseimbangan dalam dan di luar sel saraf. Kondisi ini memicu pelepasan glutamat secara berlebihan, yang dapat menyebabkan eksitotoksitas – kerusakan dan kematian neuron yang dimediasi berlebihan oleh glutamat. Eksitotoksitas ini berkontribusi pada



pembentukan gelombang otak theta dan delta yang tidak normal, yang berhubungan dengan penurunan fungsi kognitif, seperti perhatian, pemrosesan informasi, dan fungsi eksekutif (Bijukumar, 2018)

Gelombang otak pada gangguan fungsi kognitif akibat vaskular ditandai dengan adanya pengurangan kekuatan osilasi alpha (posterior), peningkatan aktivitas gelombang lambat (anterior), sehingga mengurangi koherensi EEG dari osilasi alpha di frontoparietal. QEEG pada stroke memiliki kelainan gelombang otak yang khas. Terjadi peningkatan delta-alpha ratio (DAR) dan indeks asimetri alpha. Pemantauan gelombang stroke dilakukan pada F3, F7, F4, dan F8, berdasarkan penempatan elektroda. Pada individu dengan gangguan fungsi kognitif pasca-stroke, gambaran QEEG menunjukkan perubahan signifikan dalam aktivitas gelombang otak, khususnya pada gelombang delta, rasio DTABR dan DAR (Mayza A, 2022).

Ketika aliran darah otak (CBF) turun saat terjadi iskemia, kelainan seperti penurunan frekuensi yang cepat akan terjadi. Gangguan, termasuk perlambatan (peningkatan rasio delta ke alpha, DAR atau peningkatan rasio (delta + theta) / (alpha + beta), DTABR) dan perubahan simetri otak, sudah terbentuk di fase akut stroke. Gelombang delta cenderung meningkat pada individu dengan gangguan fungsi kognitif, sering dikaitkan dengan kerusakan jaringan otak dan penurunan fungsi kognitif, menunjukkan disfungsi kortikal yang luas dan kurangnya komunikasi efisien antar wilayah otak. DTABR yang tinggi mencerminkan dominasi aktivitas gelombang lambat (delta dan theta), yang menunjukkan perlambatan umum dalam aktivitas otak dan penurunan kemampuan kognitif serta pemrosesan informasi yang lebih lambat (Asrum, 2022). Spektrum daya mulai kembali normal dalam 3 bulan pertama setelah stroke, tetapi EEG kuantitatif (qEEG) masih dapat menunjukkan kelainan, seperti gangguan simetri, yang bertahan melewati titik pemulihan motorik yang baik (Wilkinson et al., 2020).

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa indeks qEEG seperti DAR dapat digunakan untuk diagnosis stroke iskemik dan prediksi hasil klinis (Wilkinson et al., 2020). DAR paling sering diidentifikasi sebagai metrik EEG yang memiliki utilitas terbesar dalam memprediksi hasil pasca-stroke, termasuk menilai gejala neurologis yang menetap, tingkat kecacatan fungsional serta gangguan fungsi kognitif. Dalam studi saat ini, DAR dihitung dari elektroda prefrontal secara signifikan meningkat relatif terhadap data normatif orang dewasa yang lebih tua (Aminov et al., 2017). DTABR merupakan salah satu indeks yang dapat dicari dari pemeriksaan qEEG dengan menilai rasio (delta + theta)/(alpha + beta) (M. Alwhaibi et al., 2021). Pada pasien dengan sindrom sirkulasi anterior didapatkan bahwa DTABR dapat memprediksi perbaikan neurologis spontan (Bentes et al., 2018).

Peningkatan DAR, yang menunjukkan penurunan gelombang alpha (8 - 12 Hz) yang berhubungan dengan pemrosesan kognitif yang efisien, mengindikasikan bahwa otak kurang efisien dalam mempertahankan keadaan kognitif yang optimal, sering kali terkait dengan penurunan perhatian, memori, dan fungsi eksekutif. Secara keseluruhan, peningkatan aktivitas gelombang delta, DTABR, dan DAR pada qEEG merupakan indikator yang kuat dari gangguan fungsi kognitif pasca-stroke, mencerminkan kerusakan otak dan disfungsi kognitif yang mendalam (Xu et al., 2024).

1.5 Pemeriksaan Fungsi Kognitif (MoCA-INA)

Montreal Cognitive Assessment (MoCA) pertama kali diperkenalkan di Kanada Ziad Nasreddine pada tahun 1996, Modifikasi dan validasi ke dalam versi pada tahun 2009. MoCA adalah sebuah alat screening yang dikembangkan untuk mendeteksi MCI dan memerlukan waktu sekitar 10 menit dalam an-nya. MoCA memiliki sensitivitas 80% hingga 100% dan spesifisitas 50% untuk mendeteksi MCI. Mini Mental State Examination (MMSE) memiliki



sensitivitas 45% hingga 60% dan spesifisitas 65% hingga 90% untuk mendeteksi MCI menggunakan titik potong 27 atau 28 (lebih rendah skor menunjukkan fungsi kognitif yang lebih buruk) (Langa & Levine, 2014).

Penurunan kognitif lebih awal setelah stroke berdampak buruk pada prognosis. Zietemann dkk. menegaskan bahwa penurunan skor MoCA selama 7 hari pertama setelah stroke berkorelasi dengan peningkatan risiko kematian dalam tiga tahun, gangguan fungsional dan gangguan fungsi kognitif. Sedangkan Li dkk. menemukan bahwa gangguan fungsi kognitif dalam 7 hari setelah stroke dikaitkan dengan risiko kecacatan yang lebih tinggi dan aktivitas sehari-hari yang buruk dalam enam bulan (Droś et al., 2023).

MoCA menilai beberapa ranah kognitif termasuk fungsi eksekutif, fungsi visuospatial, perhatian dan konsentrasi, memori, bahasa, perhitungan dan orientasi. MoCA versi Indonesia, yaitu MoCA-INA telah dikembangkan dan divalidasi di Indonesia sehingga dapat digunakan sebagai alat skrining kognitif. Penilaian dengan instrumen MoCA memerlukan waktu 10-30 menit dan memiliki skor penuh 30 dengan cut off skor sebesar 26 yang berarti skor ≤ 25 menunjukkan adanya penurunan fungsi kognitif. Beberapa studi mencatat nilai cutoff <21 untuk pasien dengan kecurigaan MCI dan <17 pada penyakit Alzheimer (Prawiroharjo P, 2017).

Terdapat beberapa poin penilaian hasil MoCA-INA diantaranya: Pemeriksaan visuospatial eksekutif (5 poin) yaitu, peserta disuruh mengikuti urutan angka dan juga peserta diminta menggambar benda/kubus dan jam. Selanjutnya penamaan, di mana peserta diminta menyebutkan nama benda yang ada di gambar (3 poin). Adapun untuk uji memori peserta diminta mengulang beberapa kata yang dimintakan dan dilakukan 2 kali dengan jangka waktu 5 menit. Untuk uji atensi (6 poin), peserta diminta membaca daftar angka, mengetuk tangan setiap kali huruf A muncul pada huruf-huruf yang dibacakan. Bahasa (3 poin): mengulangi 2 kalimat yang sudah disiapkan. Menyebutkan sebanyak mungkin kata yang dimulai dengan huruf F (minimal 11 kata). Uji Abstraksi (2 poin) dilakukan dengan menyebutkan kemiripan benda seperti pisang-jeruk-buah, kereta-sepeda. Uji Delayed recall (5 poin) dilakukan dengan cara, peserta harus mengingat kata-kata yang disebutkan tanpa mendapat petunjuk. Pada uji Orientasi (6 poin) responden diminta menyebutkan tanggal, bulan, tahun, hari, tempat dan kota (Luthfiana, 2019).

1.6 Quantitative EEG (QEEG)

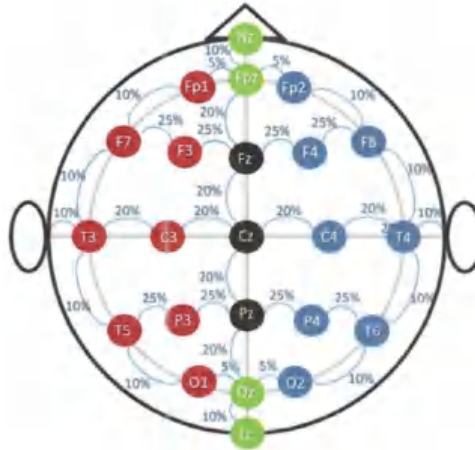
Sejak tahun 1929, ketika Hans Berger mencatat elektrensefalogram (EEG) pertama, bidang elektrofisiologi otak telah mengalami kemajuan yang signifikan. Pengamatan Berger terbatas pada domain waktu, namun ia menyarankan bahwa analisis frekuensi akan meningkatkan interpretasi sinyal EEG di masa depan. EEG digital memberikan banyak keuntungan, seperti pemilihan fitur penting yang mudah untuk perolehan EEG yang benar, kemungkinan memodifikasi sensitivitas parameter dan rentang frekuensi untuk menganalisis hanya bagian tertentu dari sinyal EEG, interpretasi yang lebih tepat dan spesifik. QEEG adalah analisis EEG modern dan melibatkan perekaman sinyal EEG digital yang diproses, diubah, dan dianalisis menggunakan algoritma matematika yang kompleks. QEEG menghadirkan teknik baru ekstraksi fitur sinyal EEG : analisis pita frekuensi tertentu dan kompleksitas sinyal analisis konektivitas, dan analisis jaringan (Livint Popa et al., 2020).



American Academy of Neurology (AAN) dan American Clinical Neurophysiology (ACNS) menyatakan bahwa QEEG dapat melengkapi EEG konvensional dalam hal berikut: skrining bangkitan pada epilepsi, skrining bangkitan epilepsi pada pasien yang dirawat di rumah sakit, ke Intensive Care Unit (ICU), penilaian prabedah pada tumor yang resisten terhadap obat, deteksi komplikasi intrakranial intraoperatif akut,

evaluasi pasien dengan gejala penyakit serebrovaskular, penilaian keparahan demensia dan ensefalopati serta EEG rawat jalan (Livint Popa et al., 2020).

QEEG didapatkan dari 19 elektroda pada lokasi kulit kepala sesuai sistem International 10-20. Setelah data diperoleh, teknisi QEEG membersihkan artefak dari data yang berasal dari gerakan otot, kedipan mata, elektrokardiogram dan faktor-faktor merusak lainnya. Akhirnya, data yang diolah diproses oleh perangkat lunak database normatif QEEG. Peta kode warna dan data dicetak dalam format digital. Dalam penyisipan warna, sejumlah peta otak ditampilkan. Setiap lingkaran mewakili kepala. Setiap periode atau titik di kepala mewakili salah satu dari system internasional 10-20 pada lokasi kulit kepala (Demos, 2019)



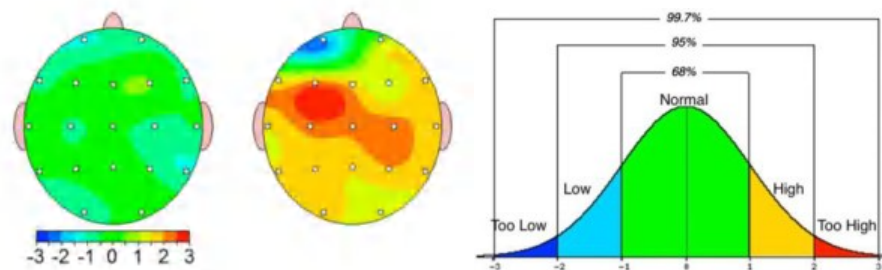
Gambar 3. Peletakan 19 elektroda EEG dengan sistem 10-20

Dalam banyak hal, peta otak dengan kode warna dapat dipahami dengan cukup jelas. Peta ini dapat mengidentifikasi area otak yang normal maupun berada di luar batasan 'normal'. Namun, interpretasi peta yang akurat membutuhkan pemahaman tentang terminologi peta. Berikut ini adalah beberapa istilah umum yang digunakan :

Power vs. Amplitude, Absolute vs. Relative. Istilah amplitudo dan power dapat disederhanakan sebagai berikut, amplitudo disajikan dalam microvolt / hertz, sedangkan power dalam microvolts squared. Data mentah EEG diukur dalam amplitudo. Pada software database normatif QEEG dikonversi menjadi power. Pengukuran absolut mencerminkan apa yang secara langsung dibawah sensor, tanpa mempertimbangkan karakteristik fisik tengkorak (Demos, 2019). Relative power adalah daya absolut dalam satu pita frekuensi dibandingkan dengan daya total di semua frekuensi. Dengan demikian, relative power mencerminkan hubungan antara pita frekuensi, karena perubahan pada satu pita frekuensi akan mempengaruhi pita frekuensi lainnya (Demos, 2019).

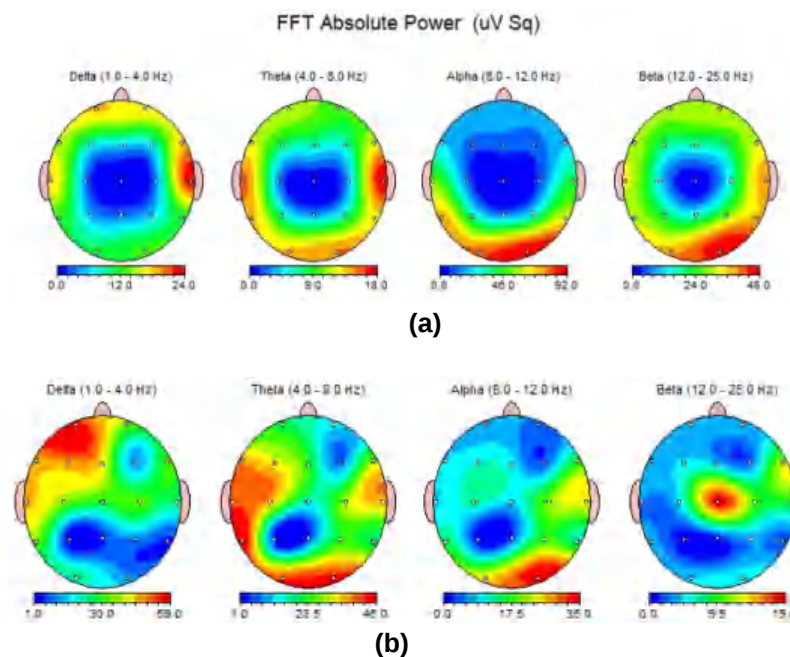
Brain mapping bergantung pada basis data yang disusun menurut kelompok usia. Kurva distribusi normal didefinisikan oleh berbagai property matematis termasuk standar deviasi. Subjek sering memberikan variasi satu atau lebih standar deviasi dari normal berkenaan dengan kekuatan, koherensi, dan asimetri dalam satu atau lebih daerah korteks serebral. NeuroGuide (*software qEEG*) menunjukkan perbedaan dengan standar deviasi (SD) atau Z-score (Demos 2019).





Gambar 4. Z-Score

Hasil QEEG ditampilkan sebagai nilai Z, yang merupakan standar deviasi dari mean dan rentang dari -3 hingga +3. Misalnya, skor Z dari 2 berarti bahwa hasilnya adalah 2 standar deviasi lebih tinggi dari nilai normal. Sebuah skor Z 0 mewakili nilai normal dan kode warna hijau, warna merah dan biru pada peta menunjukkan aktivitas gelombang otak ekstrim yaitu 3 SD di atas atau di bawah nilai normal. Hal ini penting untuk mengetahui bahwa pada aktivitas gelombang otak, lebih tidak berarti lebih baik. (Demos, 2019)



Gambar 5. **(a)** absolute power stroke iskemik akut tanpa gangguan fungsi kognitif.
(b) Absolute power stroke iskemik akut dengan gangguan fungsi kognitif

QEEG tersedia secara luas, non-invasif, relatif murah, dan hampir bebas dari kontraindikasi. Selain itu, tidak seperti tes kognitif seperti MoCA, semua pasien dapat dinilai dengan EEG, terlepas dari tingkat keparahan gejala, dan EEG tidak terpengaruh oleh efek seperti halnya tes pena dan kertas. Hasil dari sejumlah penelitian secara kolektif menunjukkan bahwa tindakan QEEG dapat menginformasikan prognosis hasil fungsional umum dari stroke (Schleiger et al., 2017)



Beberapa penelitian juga menghubungkan parameter qEEG dengan beberapa neurodegeneratif seperti Penyakit Alzheimer, demensia vaskular. Pada penyakit Alzheimer terdapat peningkatan *absolute power* delta dan teta, penurunan *power* alpha, dan penurunan koherensi interhemisferik alpha dan beta di daerah (seca et al., 2011). Peningkatan *absolute power* teta dan penurunan *absolute power* delta juga dihubungkan dengan berat ringannya demensia vascular. Terdapat

korelasi yang signifikan antara indeks QEEG yang diperoleh sebelum pada stroke fase akut dan hasil kognitif. Secara khusus, ukuran hasil ini berkorelasi positif dengan daya alpha relatif (rata-rata di seluruh 19 elektroda) dan negatif dengan *delta-alpha ratio* (DAR; rata-rata pada empat elektroda frontal) (Schleiger et al., 2017).

1.7 Rumusan Masalah

Bagaimana perbandingan aktivitas gelombang otak subjek dengan dan tanpa gangguan fungsi kognitif pada stroke iskemik akut berdasarkan gambaran Quantitative Electroencephalography (QEEG) ?

1.8 Hipotesis Penelitian

1. Terdapat nilai absolute power delta dan theta yang tinggi pada subjek dengan gangguan fungsi kognitif dibandingkan tanpa gangguan fungsi kognitif pasien stroke iskemik akut
2. Terdapat nilai absolute power alpha dan beta yang rendah pada subjek dengan gangguan fungsi kognitif dibandingkan tanpa gangguan fungsi kognitif pasien stroke iskemik akut
3. Terdapat nilai rasio delta-alpha (DAR) dan rasio delta-theta-alpha-beta (DTABR) yang tinggi pada subjek dengan gangguan fungsi kognitif dibandingkan tanpa gangguan fungsi kognitif pasien stroke iskemik akut

1.9 Tujuan Penelitian

1.9.1 Tujuan Umum

Mengetahui perbandingan aktivitas gelombang otak subjek dengan dan tanpa gangguan fungsi kognitif pada stroke iskemik akut berdasarkan gambaran Quantitative Electroencephalography (QEEG)

1.9.2 Tujuan Khusus

1. Menilai aktivitas gelombang otak (delta, theta, alpha dan beta) subjek dengan dan tanpa gangguan fungsi kognitif pada stroke iskemik akut.
2. Menilai perbandingan absolute power gelombang alpha, beta, delta dan theta subjek dengan dan tanpa gangguan fungsi kognitif pada stroke iskemik akut.
3. Menilai perbandingan rasio delta-alpha (DAR) dan rasio delta theta-alpha beta (DTABR) subjek dengan dan tanpa gangguan fungsi kognitif pada stroke iskemik akut.
4. Menilai korelasi gelombang alpha, beta, delta dan theta dengan fungsi kognitif pada stroke iskemik akut
5. Menilai korelasi rasio delta-alpha (DAR) dan rasio delta theta-alpha beta (DTABR) dengan fungsi kognitif pada stroke iskemik akut

1.10 Manfaat Penelitian

1.10.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini akan memberikan kontribusi di bidang ilmu pengetahuan kedokteran neurologi, untuk mengidentifikasi aktivitas gelombang otak terhadap fungsi kognitif pada subjek stroke iskemik akut yang diukur dengan menggunakan Quantitative Electroencephalography (QEEG)



Manfaat Aplikatif

Penelitian ini dapat menjadi referensi dalam membantu penegakan diagnosis gangguan fungsi kognitif pada stroke iskemik akut menggunakan QEEG.

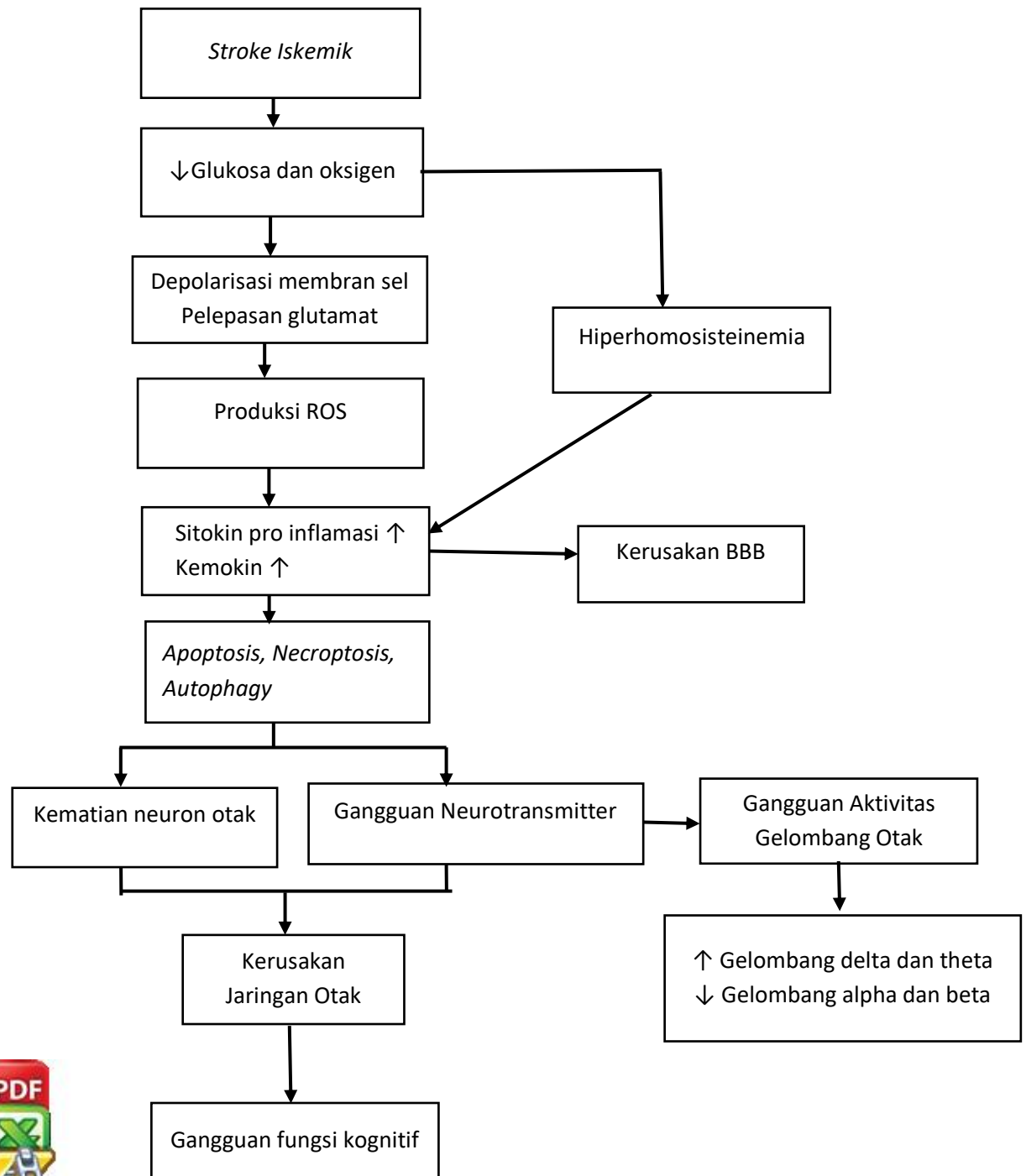
1.10.3 Manfaat Metodologi

Penelitian ini dapat menjadi sumber referensi bagi peneliti lain dalam melakukan penelitian selanjutnya terkait pola aktivitas gelombang otak dengan fungsi kognitif pada stroke iskemik akut.

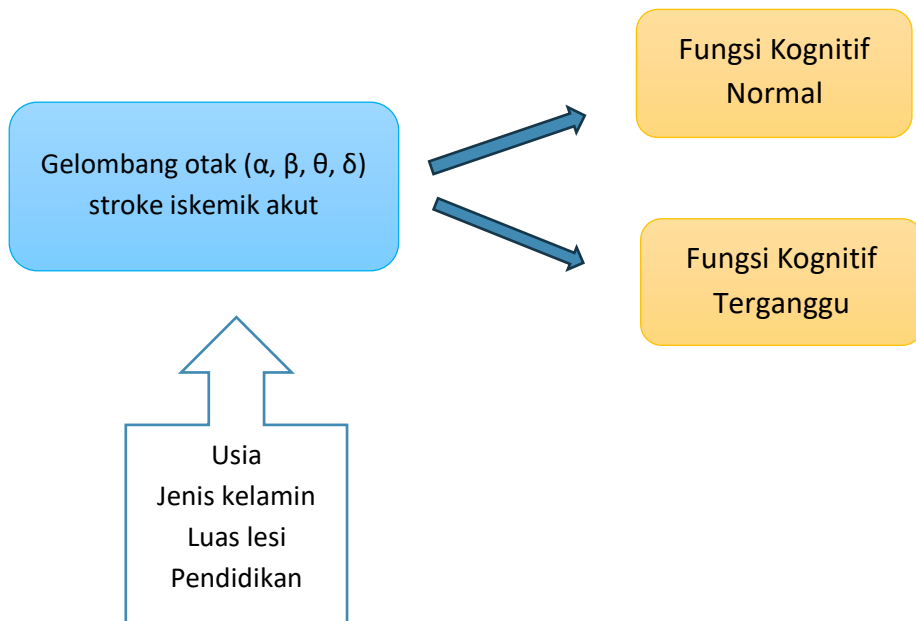
1.11 Kerangka Teori dan Kerangka Konsep

1.11.1 Kerangka Teori

Berdasarkan kajian teori yang telah dibahas, berikut kerangka teori dari penelitian ini.



1.11.2 Kerangka konsep



Variabel bebas (Independen)



Variabel teragantung (Dependen)



Variabel Perancu

