

Artikel Penelitian

Gambaran Quantitative Electroencephalography pada Penderita Gangguan Kognitif Pasca-Stroke di RSUP Dr. Mohammad Hoesin Palembang

Quantitative Electroencephalography Characteristic in Post-Stroke Cognitive Impairment Patients at Dr. Mohammad Hoesin Hospital Palembang

Yohanes Febrianto¹, Rini Nindela¹, Yusril¹, Sri Handayani¹, Legiran²

¹Departemen Neurologi, Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya, Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia

²Departemen Anatomi, Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya, Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia

Korespondensi ditujukan kepada Yohanes Febrianto; yohanesfebrianto02@gmail.com

Editor Akademik: dr. Maula Nuruddin Gaharu, Sp.S

Hak Cipta © 2025 Yohanes Febrianto dkk. Ini adalah artikel akses terbuka yang didistribusikan di bawah Creative Commons Attribution License, yang mengizinkan penggunaan, distribusi, dan reproduksi tanpa batas dalam media apa pun, asalkan karya aslinya dikutip dengan benar.

ABSTRACT

Introduction: Post-stroke cognitive impairment (PSCI) is one of the post-stroke complications that is often overlooked. Quantitative electroencephalography (QEEG) is an alternative examination in patients with PSCI. QEEG results of PSCI patients shows abnormalities in spectral power, coherence, power ratio, and peak alpha frequency (PAF).

Aim: Knowing the QEEG characteristic in PSCI patients and the characteristic differences between the post stroke dementia (PSD) and post stroke cognitive impairment no dementia (PSCI-ND).

Methods: This research is a descriptive study of PSCI patients at the RSMH Palembang from September-November 2023, followed by a QEEG examination.

Results: There were 31 patients who completed the research. There is higher median absolute and relative power delta and theta both per region and globally, decreased interhemispheric coherence at F3-F4, P3-P4, O1-O2, T5-T6, C3-C4, increased delta alpha ratio and delta theta alpha beta ratio in the frontal region, as well as a decrease in peak alpha frequency in all regions. Patients with post-stroke dementia have more abnormality in relative global power, frontal DAR and DTABR, and PAF than patients with PSCI-ND

Discussion: Stroke can cause slowed conduction along the cortical-subcortical pathways, disruption of cholinergic pathways and impaired communication in various parts of the brain. This condition can cause a decrease in alpha power as an important wave in cognitive function and an increase in delta power in various brain regions. A decrease in the fast wave spectrum and an increase in the slow wave spectrum may lead to decreased cognitive function as seen in patients with PSCI

Keywords: Post stroke cognitive impairment, Power ratio, Quantitative electroencephalography, spectral power,

ABSTRAK

Pendahuluan: Post stroke cognitive impairment (PSCI) adalah salah satu komplikasi pasca-stroke yang sering diabaikan. Quantitative electroencephalography (QEEG) adalah salah satu pemeriksaan alternatif pada pasien dengan PSCI. Pada pasien PSCI sering ditemukan hasil QEEG berupa abnormalitas *spectral power*, koherensi, *power ratio*, serta *peak alpha frequency* (PAF)

Tujuan: Mengetahui gambaran QEEG pada penderita PSCI serta perbedaan gambaran antara kelompok demensia pasca-stroke (PSD) dengan *post stroke cognitive impairment no dementia* (PSCI-ND)

Metode: Penelitian ini merupakan studi deskriptif pada penderita PSCI di poliklinik memori RSMH Palembang periode September-November 2023 yang dilanjutkan dengan pemeriksaan QEEG.

Hasil: Terdapat 31 penderita PSCI yang menyelesaikan rangkaian penelitian. Didapatkan nilai median *absolute* dan *relative power* delta dan theta yang lebih tinggi baik per regio maupun secara global, penurunan koherensi interhemisfer pada F3-F4, P3-P4, O1-O2, T5-T6, C3-C4, peningkatan *delta alpha ratio* (DAR) dan *delta theta alpha beta ratio* (DTABR) regio frontal, serta penurunan PAF pada seluruh regio. Pasien dengan demensia pasca-stroke memiliki abnormalitas lebih banyak pada *relative power* global, DAR dan DTABR frontal, serta PAF dibanding pasien dengan PSCI-ND

Pembahasan: Stroke dapat menyebabkan perlambatan konduksi di sepanjang jalur kortikal-subkortikal, gangguan jalur kolinerjik dan gangguan komunikasi pada berbagai bagian otak. Kondisi ini dapat menyebabkan menurunnya *alpha power* sebagai gelombang penting dalam fungsi kognitif dan meningkatnya *delta power* pada berbagai regio otak. Penurunan spektrum gelombang cepat dan peningkatan gelombang lambat dapat menyebabkan penurunan fungsi kognitif sebagaimana terlihat pada pasien dengan PSCI

Kata Kunci: Quantitative electroencephalography, Post stroke cognitive impairment, spectral power, power ratio

1. Pendahuluan

Post-stroke cognitive impairment (PSCI)/ gangguan kognitif pasca-stroke didefinisikan sebagai defisit kognitif yang terjadi hingga bulan ketiga setelah stroke yang tidak terkait dengan kondisi atau penyakit lain apapun. Kondisi ini sering kali tertutupi oleh kecacatan fisik yang parah, sehingga cenderung diabaikan.^[1] Diperkirakan sekitar 20%-80% penderita stroke mengalami gangguan kognitif ini. Kelainan ini dapat dengan serius mempengaruhi kualitas hidup pasien dan menambah beban besar bagi keluarga dan masyarakat.^[2]

Gangguan kognitif pasca-stroke dibagi menjadi *cognitive impairment no dementia* (CIND)/gangguan kognitif tanpa demensia dan *post-stroke dementia* (PSD)/demensia pasca-stroke/apabila sudah terjadi gangguan pada aktivitas sehari-hari.^[3] Kondisi ini terjadi sebagai akibat dari stroke iskemik, perdarahan intraserebral, atau perdarahan subarakhnoid dengan manifestasi berbagai domain kognitif terutama eksekutif dan memori.^[4]

Salah satu pemeriksaan penunjang yang dapat menjadi alternatif dalam mempelajari gangguan kognitif adalah elektroensefalografi (EEG), yang didukung oleh pengukuran kuantitatif, yang dikenal sebagai *quantitative electroencephalography* (QEEG).^[5] Studi menunjukkan terdapat perbedaan karakteristik *spectral power* antara pasien normal dan PSCI berupa *relative power* delta lebih tinggi dan penurunan *relative power* alfa dan beta terutama pada elektroda frontal, temporal, dan parietal. Pasien dengan PSCI juga menunjukkan abnormalitas berupa rasio *power* delta/alfa (DAR) frontal dan rasio delta+teta/ alfa+beta (DTABR) yang lebih tinggi. Analisis lain adalah koherensi interhemisferik yang menggambarkan konektivitas jaringan otak di mana rata-rata nilai koherensi pada pasien dengan gangguan kognitif lebih rendah daripada subjek normal.^[5-8]

Saat ini, relevansi penelitian mengenai QEEG pada pasien stroke masih rendah dalam praktik klinis. Selain itu kebanyakan penelitian QEEG hanya dilakukan pada fase akut stroke untuk memprediksi luaran PSCI. Sementara, analisis QEEG pada pasien PSCI dapat menjadi data terkait pemahaman dinamika gelombang otak dan dasar terapi neurorestorasi.

2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui gambaran QEEG pada penderita PSCI di RSUP dr. Mohammad Hoesin Palembang meliputi karakteristik sosiodemografis dan klinis, *absolute power*, *relative power*, koherensi interhemisferik, DAR, DTABR, *peak alpha frequency*, serta perbedaan gambaran QEEG pada PSCI-ND dan PSD.

3. Metode

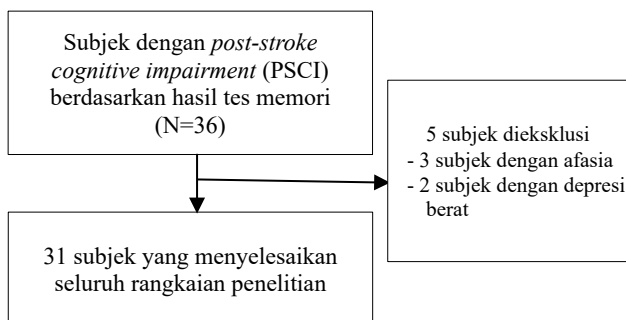
Penelitian dilakukan di RSUP dr. Mohammad Hoesin Palembang periode September–November 2023. Metode pengambilan sampel adalah *total sampling* pada pasien gangguan kognitif pasca-stroke di Poliklinik Memori melalui serangkaian pemeriksaan *neurobehaviour* standar (MMSE, MoCA-INA, Clock Drawing Test/ CDT, *forward digit span*, *backward digit span*, CERAD, TMT A, TMT B, dan *Clinical Dementia Rate/CDR*). Kriteria inklusi meliputi awitan stroke > 3 bulan, usia ≥18 tahun, dan bersedia mengikuti penelitian. Kriteria eksklusi berupa penderita dengan gangguan fungsi penglihatan dan pendengaran, terdapat riwayat gangguan kognitif sebelum stroke (dideteksi dengan kuesioner AD8), gangguan depresi derajat sedang hingga berat (dideteksi dengan kuesioner PHQ-9 dengan skor >9), dan adanya afasia. Pada semua pasien dilakukan *informed consent* sebagai persetujuan untuk ikut dalam penelitian.

Pasien kemudian melalui pemeriksaan QEEG menggunakan mesin EEG Neurosoft dengan penempatan 23 elektroda sesuai sistem internasional 10-20 (Fpz, Fz, Cz, Pz, Oz, Fp2, F4, C4, P4, O2, F8, T4, T6, A2, Fp1, F3, C3, P3, O1, F7, T3, T5, A1, X1, dan X2) melalui prosedur buka mata, tutup mata, dan kembali membuka mata (masing-masing sekitar 4 menit), kemudian

dilanjutkan dengan perekaman standar sampai perekaman berakhir sekitar 20 menit.

Setelah data EEG didapatkan dilanjutkan dengan analisis data menggunakan aplikasi QEEG Neuroguide Deluxe 3.2.2 untuk mendapatkan *power spectral density* masing-masing *frequency band* pada regio frontal (F3,F4, F7 dan F8), sentral (C3 dan C4), parietal (P3 dan P4), temporal (T3, T4, T5 dan T6), oksipital (O1 dan O2), serta global, DAR frontal (F3,F4,F7,F8), DTABR, nilai koherensi interhemisferik (F3, F4, F7-F8, T3-T4, T5-T6, P3-P4, C3-C4, O1-O2), dan PAF, masing-masing yang diambil pada data 10 menit pertama perekaman. Data yang dikumpulkan kemudian dimasukkan dalam format SPSS versi 22 dan dilakukan analisis deskriptif serta uji normalitas data menggunakan Shapiro Wilk Test.

Penelitian ini telah lolos uji etik penelitian di RSUP dr. Mohammad Hoesin Palembang dengan nomor: No.DP/04/03/D.XVIII.6.8/ETIK/149/2023.



Gambar 1. Diagram alur seleksi pasien

4. Hasil

Pada penelitian ini didapatkan 36 pasien yang didiagnosis sebagai PSCI berdasarkan hasil pemeriksaan tes memori. Dari 36 pasien ini, 3 pasien dieksklusi karena mengalami afasia dan 2 pasien dieksklusi karena mengalami depresi berat, sehingga didapatkan total 31 pasien yang memenuhi syarat dilakukan pemeriksaan QEEG (Gambar 1).

Pada Tabel 1 ditampilkan karakteristik sosiodemografis dan klinis pasien. Berdasarkan hasil pemeriksaan MoCA-INA didapatkan semua subjek penelitian memiliki nilai dibawah *cut off* normal > 26, dengan nilai rerata Moca-INA sebesar 15,00 + 6,74 dengan nilai terbesar 25 dan nilai terendah 3. Berdasarkan hasil pemeriksaan tes memori lengkap *domain* kognitif terbanyak yang mengalami gangguan adalah *delayed memory* sebesar 96,77%, eksekutif sebanyak 93,54%, dan bahasa sebanyak 83,87%. Hampir semua subjek mengalami gangguan *multidomain* dan hanya dua subjek yang mengalami gangguan pada 1 *domain* saja.

Tabel 1. Karakteristik sosiodemografis dan klinis

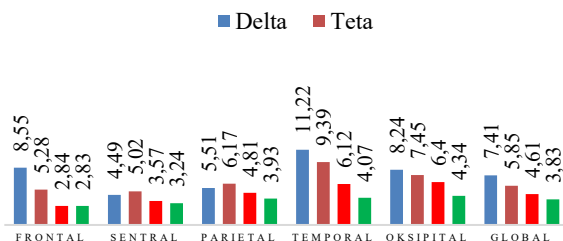
Variabel	Frekuensi (n) /(%)
Usia	
≤60 tahun	23 (74,19%)
>60 tahun	8 (25,81%)
Jenis Kelamin	
Laki-laki	20 (64,50%)
Perempuan	11 (35,50%)
Tingkat Pendidikan	
Pendidikan rendah (<12 tahun)	7 (22,59%)
Pendidikan tinggi (≥ 12 tahun)	24 (77,41%)
Jenis Stroke	
Stroke Iskemik	28 (90,30%)
Stroke Perdarahan	3 (9,7%)

Variabel	Frekuensi (n) /(%)
Letak Lesi	
Subkortikal	21 (67,77%)
Keduanya (kortikal + subkortikal)	9 (29,00%)
Kortikal	1 (3,23%)
Onset stroke (bulan)	
> 6 bulan	20 (64,52%)
≤ 6 bulan	11 (35,48%)
Insiden stroke	
1kali	24 (77,41%)
>1kali	7 (22,59%)
Hipertensi	
Ya	22 (71%)
Tidak	9 (29%)
Diabetes Melitus	
Tidak	21 (67,70%)
Ya	10 (32,30%)
Subtipe PSCI	
PSD	19 (61,29%)
PSCI-ND/ MCI	12 (38,71%)

PCSI: *Post-Stroke Cognitive Impairment*, PSD: *Post-Stroke Dementia*, PSCI-ND: *Post-Stroke Cognitive Impairment No Dementia*, MCI: *Minor Cognitive Impairment*

Pada Gambar 2 terlihat grafik nilai median *absolute power* dari masing-masing regio yang memperlihatkan nilai median *absolute power* pada spektrum gelombang lambat yaitu delta dan teta lebih tinggi dibandingkan spektrum gelombang cepat yaitu alfa dan beta pada seluruh regio otak dan secara global.

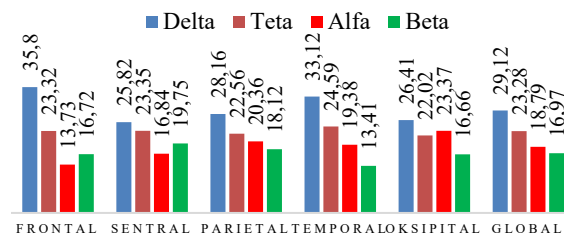
ABSOLUTE POWER



Gambar 2. Grafik nilai median *absolute power*

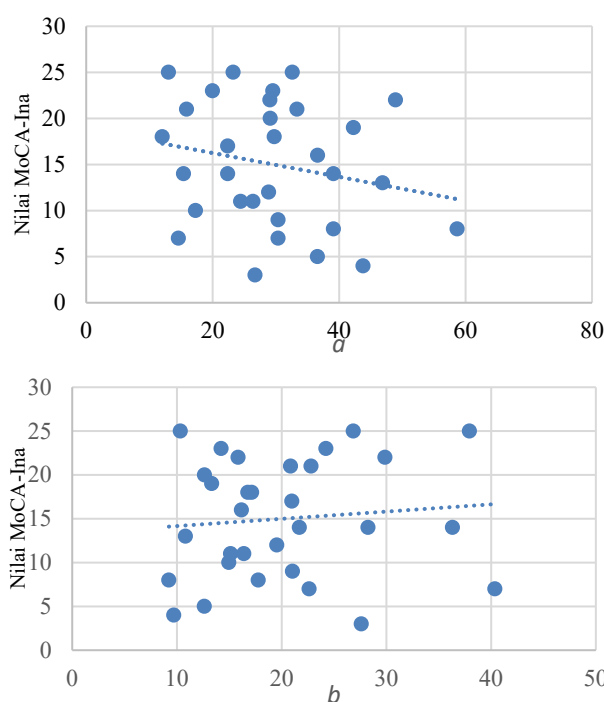
Pada Gambar 3 terlihat grafik nilai median *relative power* sebagai representasi yang lebih baik terhadap analisis gelombang otak. Grafik memperlihatkan bahwa nilai median *relative power* gelombang delta lebih besar dibandingkan alfa dan beta pada semua regio. Sehingga tampak kesesuaian antara *relative power* dan *absolute power*.

RELATIVE POWER



Gambar 3. Grafik nilai median *relative power*

Gambar 4 memperlihatkan *scatter graph* dari nilai median *relative power* global delta dan alfa terkait dengan nilai rerata MoCA-Ina. Dilakukan pemilihan hanya pada gelombang alfa dan delta dikarenakan dari berbagai kepustakaan kedua gelombang inilah yang berkaitan dengan fungsi kognitif secara keseluruhan. Pada grafik terlihat bahwa subjek dengan *relative power* global delta yang lebih rendah dan global alfa lebih tinggi memiliki nilai MoCA-Ina yang lebih baik.



Gambar 4. *Scatter graph* sebaran MoCA-Ina dan *global power* delta (a) dan alfa (b)

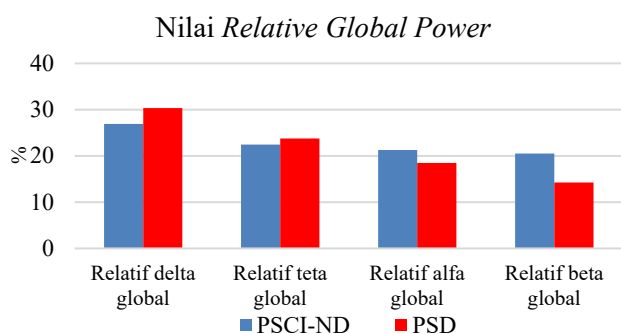
Pada analisis koherensi interhemisferik ditemukan subjek penelitian mengalami penurunan nilai median Z-score koherensi alfa, beta dan teta pada F3-F4, P3-P4, O1-O2, dan C3-C4, serta terdapat penurunan koherensi delta pada F3-F4, P3-P4, T5-T6, O1-O2, dan C3-C4. Hal ini menunjukkan bahwa pada penderita PSCI terjadi penurunan koherensi pada alfa, beta, teta, dan delta pada regio frontal, parietal, oksipital, sentral, serta temporal pada spektrum delta.

Tabel 2. Nilai Median DAR, DTABR, dan rerata PAF

<i>Power ratio</i>	Nilai median rasio (Z-score)	<i>Peak alpha frequency</i>	Nilai rerata PAF (Z-score)
DAR frontal Z-score	2,83 (0,55 sd 11,44) 0,92 (-1,19 sd 3,18)	PAF frontal	9,45 ± 0,22 (-0,38 ± 0,87)
DTABR frontal	2,03 (0,60 sd 5,78)	PAF sentral	9,49 ± 0,24 (-0,55 ± 0,87)
DTABR sentral	1,16 (0,30 sd 6,24)	PAF parietal	9,50 ± 0,23 (-0,78 ± 0,74)
DTABR parietal	1,18 (0,36 sd 5,96)	PAF temporal	9,36 ± 0,26 (-1,32 ± 0,84)
DTABR temporal	1,68 (0,50 sd 4,98)	PAF oksipital	9,49 ± 0,26 (-0,96 ± 0,72)
DTABR oksipital	1,12 (0,31 sd 7,48)	PAF Global	9,46 ± 0,25 (-0,80 ± 0,87)

Pada Tabel 2 terlihat nilai median DAR frontal, DTABR, dan nilai *mean* PAF pada masing-masing regio. Berdasarkan nilai *cut off* di beberapa penelitian menyatakan nilai DAR dan DTABR dikatakan normal jika berada dibawah 1 dan abnormal jika lebih dari 2. Berdasarkan parameter tersebut terlihat bahwa pada subjek penelitian memiliki DAR frontal dan DTABR frontal yang abnormal dengan nilai masing-masing diatas 2 sebesar 2,83 dan 2,03. Beberapa menyebutkan nilai normal PAF pada 9,5- 11,5 Hz. Nilai *mean* PAF pada masing-masing regio otak mengalami sedikit penurunan pada regio frontal, sentral, temporal, oksipital maupun secara global dengan nilai PAF terendah pada regio temporal.

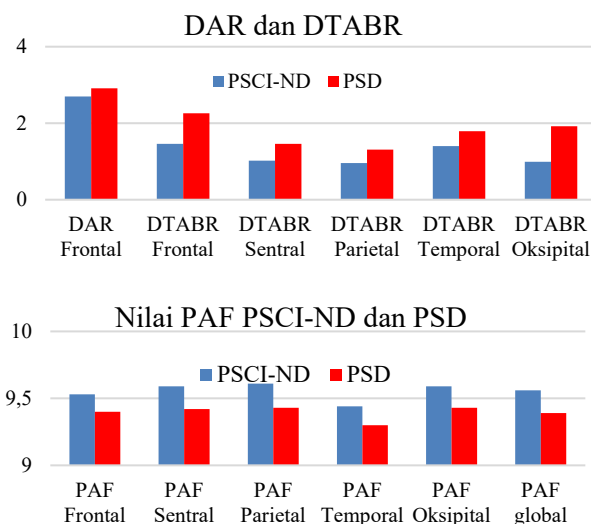
Pada perbandingan diantara kelompok PSCI-ND dan PSD ditemukan bahwa kelompok PSD memiliki nilai rerata MoCA-Ina yang lebih rendah (12 + 5,75) ketimbang PSCI-ND (19,75 + 5,43). Dari data per *domain* MoCA-Ina ditemukan bahwa kelompok PSD memiliki hasil nilai per *domain* yang lebih rendah pada semua *domain* ketimbang PSCI-ND. Data *relative global power* menunjukkan bahwa nilai median delta dan teta lebih tinggi pada kelompok PSD serta alfa dan beta lebih rendah dibanding kelompok PSCI-ND. (Gambar 5).



Gambar 5. Perbedaan nilai median *relative power* PSD dan PSCI-ND

Nilai median *Z-score* koherensi interhemisferik antara kelompok PSCI-ND dan PSD cenderung sama memiliki nilai koherensi yang rendah/ abnormal pada spektrum alfa, beta, dan teta di elektroda F3-F4, P3-P4, O1-O2, dan C3-C4. Sementara pada spektrum delta ditemukan koherensi yang rendah pada F3-F4, T5-T6, P3-P4, O1-O2 dan C3-C4.

Pada Gambar 6 terlihat bahwa baik pada kelompok PSCI-ND maupun PSD sama-sama memiliki nilai DAR frontal yang abnormal, dimana kelompok PSD lebih tinggi nilai abnormalitasnya ketimbang PSCI-ND. Pada data DTABR terlihat bahwa kelompok PSD memiliki nilai abnormal pada DTABR frontal. Selain itu, terlihat juga bahwa nilai DTABR pada PSD lebih tinggi dibandingkan PSCI-ND pada semua regio otak. Terlihat juga bahwa subjek dengan PSD lebih memiliki nilai *mean* PAF dan *Z-score* yang lebih rendah dibandingkan subjek dengan PSCI-ND.



Gambar 6. Grafik perbedaan nilai median DAR dan DTABR serta nilai rerata PAF pada kelompok PSCI-ND dan PSD

5. Pembahasan.

Pada pasien dengan gangguan kognitif akan ditemukan perlambatan aktivitas alfa dan peningkatan aktivitas delta dan teta yang berkaitan dengan berat ringannya derajat demensia.^[9] Secara umum gelombang alfa memang akan lebih rendah pada penderita stroke akibat lesi stroke yang dapat melemahkan aktivitas alfa. Aktivitas delta mungkin menunjukkan hiperpolarisasi sel-sel saraf kortikal yang menghambat aktivitas saraf.^[10]

Penelitian Lei-Lei dkk pada tahun 2020^[11] yang menemukan pada penderita PSCI didapatkan nilai rerata *absolute power* alfa adalah 7,21 +3,76 dan *relative power* alfa hanya sebesar 9%.^[11] Penelitian Chyntia dkk tahun 2019^[12] menemukan bahwa pada populasi normal ditemukan *absolute power* dan *relative power* alfa yang lebih tinggi dibandingkan dengan delta dan teta Sementara pada kelompok PSCI ditemukan peningkatan *absolute* dan *relative power* delta (73,85%) dan teta (21,36%) dibandingkan alfa (5,98%) dan beta (1,07%).^[12]

Penelitian Hadiyoso dkk tahun 2023^[7] menemukan pada kelompok PSCI-ND dan PSD *relative power* yang dominan adalah delta. Ditemukan peningkatan *relative power* delta pada kelompok gangguan kognitif (PSCI-ND dan PSD) dibanding sampel normal pada seluruh regio otak. *Relative power* teta juga ditemukan meningkat pada hampir seluruh regio. Sementara *relative power* alfa dan beta lebih rendah pada seluruh regio dibanding kontrol normal.^[7]

Penurunan *power* alfa dikaitkan dengan deafferensasi kolinergik, baik pada manusia maupun hewan. Defisit kolinergik dapat terjadi pada pasien dengan stroke akibat kerusakan subkortikal dimana terjadi kerusakan jalur kortikopetal kolinergik yang berjalan di substansia alba. Sehingga adanya lesi pada subkortikal dikaitkan dengan penurunan spektrum gelombang alfa.^[13] Hal ini sesuai dengan data pada penelitian ini dimana didapatkan hampir seluruh subjek memiliki lesi pada subkortikal dengan gambaran utamanya adalah penurunan *power* alfa.^[14]

Koherensi yang tinggi menggambarkan hubungan struktural dan fungsional antara area otak. Penelitian yang mempelajari koherensi pasien demensia vaskular menemukan penurunan koherensi pada *band* theta, alpha dan beta sentral dan frontal dibanding subjek kontrol.^[7] Koherensi aktivitas EEG di berbagai wilayah otak banyak digunakan untuk mengukur sinkronisasi osilasi di dua area otak yang berbeda (konektivitas fungsional) seperti memori kerja atau kondisi mental.^[15] Hal ini sejalan dengan beberapa penelitian seperti Hadiyoso dkk^[7] yang menunjukkan bahwa secara umum koherensi interhemisfer rata-rata pada pasien PSCI cenderung lebih rendah dibandingkan kelompok normal. Perbedaan yang signifikan ditemukan pada bagian frontal, sentral, dan temporal pada pasangan F7-F8, T3-T4, T5-T6, dan P3-P4. Penurunan koherensi diperkirakan terjadi karena menurunnya konektivitas listrik yang menghubungkan area otak.^[7]

Terkait dengan PSCI, terdapat beberapa penelitian yang secara spesifik melihat *power ratio* terhadap diagnosis PSCI, seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Syakinah dkk^[16] yang menemukan bahwa nilai DAR frontal pada pasien dengan PSCI adalah 3,51, lebih tinggi dibanding DAR frontal pasien normal sebesar 0,8.^[16] Pasien PSCI menunjukkan perlambatan gelombang dimana terjadi pergeseran frekuensi dominan pada delta dan teta. DTABR yang lebih tinggi menunjukkan gangguan kognitif vaskular seperti yang ditemukan oleh penelitian Chyntia dkk.^[12] *Peak alpha frequency* atau PAF merupakan salah satu parameter yang juga bisa dinilai dalam hasil QEEG. PAF merupakan nilai tertinggi dari *alpha power* yang sering digunakan dalam analisa fungsi kognitif, PAF telah ditemukan berkurang pada orang dengan gangguan kognitif, ketika dibandingkan dengan kontrol sehat.^[17]

Untuk orang dewasa sehat, nilai PAF berada pada rentang 9,5 Hz- 11,5 Hz. PAF yang lebih tinggi diperkirakan mencerminkan keadaan 'kesiapan kognitif' sebagai ukuran kapasitas otak untuk fungsi kognitif dan "mengacu pada sifat atau keadaan otak yang menentukan tahapan kinerja kognitif yang optimal".^[18] Pada hasil penelitian terlihat bahwa ada penurunan PAF pada seluruh regio otak. |

Pasien PSD memiliki *relative global power* delta dan teta yang lebih tinggi dengan alfa yang lebih rendah. Hal ini sejalan dengan

teori dimana semakin berat defisit kognitifnya maka akan ditemukan delta yang lebih tinggi dan alfa yang lebih rendah. Penelitian Al Qazzas dkk^[19] menemukan bahwa pada penderita PSD memiliki nilai *relative power* delta dan teta yang lebih tinggi dibanding PSCI-ND dan nilai alfa dan beta yang lebih rendah.^[19] Data penelitian Hadiyoso menunjukkan bahwa pada kelompok PSD memiliki nilai delta dan teta yang lebih tinggi, serta alfa dan beta yang lebih rendah dibandingkan pasien dengan PSCI-ND pada seluruh regio otak.^[7] Pada data koherensi tidak ditemukan jauh berbeda dengan data PSCI secara umum dimana sama-sama memiliki penurunan koherensi. Akan tetapi pada data DAR frontal, DTABR, dan PAF terlihat jelas bahwa PSD memiliki DAR frontal dan DTABR yang lebih tinggi, serta PAF yang lebih rendah baik secara regio ataupun global dibandingkan PSCI-ND.

6. Kesimpulan

Pasien PSCI memiliki abnormalitas pada hasil pemeriksaan QEEG berupa peningkatan *power spectrum* gelombang lambat dibandingkan gelombang cepat, penurunan koherensi interhemisferik, peningkatan *power ratio* dan penurunan *peak alpha frequency* yang tercermin dalam penurunan fungsi kognitif berdasarkan hasil tes memori dan MoCA-INA. Kelompok pasien dengan PSD memiliki abnormalitas lebih besar dibanding PSCI-ND.

7. Daftar Pustaka

- [1] Rost NS, Brodtmann A, Pase MP, Veluw SJ, Biffi A, Duering M dkk. Post-Stroke Cognitive Impairment and Dementia. *Circulation Research*. 2022;130:1252–1271
- [2] Hanas M, Lestari E, Asni EK.. Gambaran Fungsi Kognitif pada Pasien Pasca Stroke di Poliklinik Saraf RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau. *JOM FK*. 2016;3(1): 1-12
- [3] Dodik T, Agung L, Retnaningsih R, Husni A, Bintoro AC, Wati AP. The Correlation of Glial Fibrillary Acid Protein Level to Cognitive Function Outcome in Acute Lacunar Ischemic Stroke Patient. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*. 2023;11(B):330-334
- [4] Hernández, A.G & González-Gálvez, N. Physical Exercise and Cognitive Function in Poststroke Patients: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Apunts Educación Física y Deportes*. 2021;146: 1-10.
- [5] Hadiyoso S, Ong PA, Zakaria H, Rajab TLE. EEG-Based Spectral Dynamic in Characterization of Poststroke Patients with Cognitive Impairment for Early Detection of Vascular Dementia. *Journal of Healthcare Engineering Volume*. 2022: 1-11
- [6] Kober SE, Schweiger D, Reichert JL, Neuper C, Wood G. Upper Alpha Based Neurofeedback Training in Chronic Stroke: Brain Plasticity Processes and Cognitive Effects. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2017; 42: 69–83
- [7] Hadiyoso S, Zakaria H, Anam Ong, P, Erawati Rajab, T.L. Multi Modal Feature Extraction for Classification of Vascular Dementia in Post-Stroke Patients Based on EEG Signal. *Sensors*. 2023;23(4)
- [8] Babiloni C, Arakaki X, Bonanni L, Bujan A, Xarrillo MC, Percio CD, dkk. EEG measures for clinical research in major vascular cognitive impairment: recommendations by an expert panel. *Neurobiology of Aging*. 2021;103: 78–97
- [9] Engedal K, Snaedal J, Høgh P, Jelic V. Quantitative EEG Applying the Statistical Recognition Pattern Method: A Useful Tool in Dementia Diagnostic Workup. *Dement Geriatr Cogn Disord*. 2015;40:1–12
- [10] Hussain I dan Park SJ. Quantitative Evaluation of Task-Induced Neurological Outcome after Stroke. *Brain Sci*. 2021;11(7)
- [11] Jiao LL, Sun LW, Gao SJ, Lu M, Huang XQ, Shi YX, dkk. Electroencephalogram for Patients with Post-stroke Cognitive Impairment before and after Treatment. *Chinese Rehabilitation Theory and Practice*. 2020;26(7): 847-850
- [12] Cynthia LAR, Zakaria H, Mengko TLR, Mayza A. Analysis of qEEG parameters of vascular cognitive impairment patients undergoing sound wave therapy. 2019; 2193:1-6
- [13] Simon LT, Doval S, Nebreda A, Llinas SJ, Marsh EB, Maestu F. Understanding brain function in vascular cognitive impairment and dementia with EEG and MEG: A systematic review. *NeuroImage: Clinical*. 2022;35 :1-5
- [14] Asmedi A, Gofir A, Satiti S, Paryono P, Sepayang DP, Paramita D, dkk. Quantitative EEG Correlates with NIHSS and MoCA for Assessing the Initial Stroke Severity in Acute Ischemic Stroke Patients. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*. 2022; 26; 10(B):599-605.
- [15] Seleznev I, Zyma I, Kiyono K, Tukaev S, Popov A, Chernykh M, dkk. Detrended Fluctuation, Coherence, and Spectral Power Analysis of Activation Rearrangement in EEG Dynamics During Cognitive Workload. *Front. Hum. Neurosci*. 2019;13:270
- [16] Syakinah, Wa Ode dkk. Perbedaan Nilai Rasio Ddelta-Alfa (DAR) Frontal Serta Koherensi Interhemisferik Alfa-Beta Antara Pasien Stroke Iskemik dengan Dan Tanpa Gangguan Kognitif. (Tesis). Makassar: Universitas Hasanuddin; 2022
- [17] Amico F dan Danev S. Protocol creation in neurofeedback training: multimodal assessments, target measures and automation. *J Syst Integr Neurosci*. 2022; 8: 1-9
- [18] Christie S, Fronso SD, Bertollo M, Werthner P. Individual Alpha Peak Frequency in Ice Hockey Shooting Performance. *Front. Psychol*. 2017; 8(762): 1-8
- [19] Al-Qazzas NK, Ali SH, Ahmad SA, Islam MS, Escudero J. Discrimination of stroke-related mild cognitive impairment and vascular dementia using EEG signal analysis. *Med Biol Eng Comput*. 2018; 56(1):137-157