

## MODEL PENGUKURAN KEKHUSYUKAN SHOLAT DENGAN PEMERIKSAAN ELEKTROFISIOLOGI KUANTITATIF

### MODEL OF MEASUREMENT SOLEMN IN SHALAT WITH QUANTITATIVE ELECTROPHYSIOLOGICAL EXAMINATION

Yusuf Alam Romadhon<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Family Medicine and Public Health, Faculty of Medicine  
Muhammadiyah University of Surakarta  
Email : yar245@ums.ac.id

#### ABSTRAK

**Latar belakang:** Penelitian sebelumnya didapatkan dua jenis daerah otak yang terlibat dalam sholat yakni pro tugas dan kontra tugas. Hasil ini perlu ditindaklanjuti untuk mendapatkan model pengukuran yang dapat mengkuantifikasi tingkat kekhusyukan seseorang ketika sholat dengan menggunakan pendekatan studi elektrofisiologi. Selanjutnya model kuantifikasi ini dapat digunakan untuk memberikan umpan balik tentang kualitas khusyuk sholat, dan memberikan peluang identifikasi faktor determinan kesehatan dari aktivitas sholat dengan berbasis studi elektrofisiologi.

**Tujuan:** Mendapatkan model pengukuran kekhusyukan sholat berbasis pemeriksaan elektrofisiologi

**Metoda:** Pengukuran amplitudo gelombang alfa diukur pada saat basal selama dua menit dan pada saat melakukan sholat. Elektroensefalogram direkam secara kontinu dengan alat EEG Natus Neurologi TM (Canada), 20 elektroda (sistem 10 – 20) dari Ag/AgCl dengan impedance 5 kilo Ohm, data didapat dengan software XLtek, filter 1 – 70 Hz, sensitifitas 7 mikro volt/mm, rentang power 0 – 196 mikro volt. Dipilih hasil rekaman yang bebas artefak untuk kemudian dianalisis. Pelaporan dengan menggunakan pendekatan event related desynchronization / event related resynchronization dari amplitudo gelombang alfa.

**Hasil dan Kesimpulan:** Secara umum didapatkan ERD tertinggi saat takbir, kemudian menurun sepanjang sholat. ERD kontra tugas didapatkan meningkat setelah momen takbir. Terdapat perbedaan pola ERD pada dua subyek penelitian. Pola pertama, tinggi, kemudian naik dan selanjutnya turun landai. Pola kedua, saat takbir tinggi, kemudian turun curam dan kemudian melandai.

**Kata kunci:** aktivitas kognitif, khusyuk, EEG kuantitatif

#### ABSTRACT

**Background:** Previous research found two types of brain regions involved in prayer, namely pro-tasks and counter-tasks. These results need to be followed up to obtain a measurement model that can quantify a person's level of humility when praying using an electrophysiological study approach. Furthermore, this quantification model can be used to provide feedback about the solemn quality of prayer, and provide an opportunity to identify health determinants of prayer activities based on electrophysiological studies.

**Objective:** Obtain a measurement model of solemn prayer based on electrophysiological examination

**Method:** Measurement of alpha wave amplitude is measured at basal for two minutes and during prayer. Electroencephalogram was recorded continuously with EEG Natus Neurology TM (Canada), 20 electrodes (10-20 systems) from Ag / AgCl with impedance of 5 kilo Ohm, data obtained with XLtek software, filters 1 - 70 Hz, sensitivity of 7 micro volts / mm, the power range is 0 - 196 micro volts. Selected recordings that are free of artifacts are then analyzed. Reporting using the event related desynchronization / event related resynchronization approach of alpha wave amplitude.

**Results and Conclusions:** In general, the highest ERD is found during takbir, then decreases throughout prayer. Counter task ERDs were obtained increasing after the takbir moment. There are differences in ERD patterns in two research subjects. The first pattern, high, then goes up and then slopes down. The second pattern, when takbir is high, then drops steeply and then slopes.

**Keywords:** cognitive activity, solemn, quantitative EEG

## PENDAHULUAN

Terdapat premis umum bahwa aktivitas mental yang berbeda dari praktek meditasi yang berbeda mengakibatkan perubahan neurofisiologis otak yang berbeda. Perubahan neurofisiologis inilah yang dieksplorasi dalam berbagai penelitian dengan menggunakan teknologi pencitraan syaraf dan elektrofisiologis otak (Cahn *and* Polich, 2006; Short *et al*, 2007; Borjigina *et al*, 2013; Sperduti *et al*, 2011).

Penelitian terdahulu telah didapatkan bahwa sholat merupakan aktivitas kognitif kompleks yang melibatkan tiga aktivitas kognitif pro tugas yakni: perubahan kesadaran, penggunaan memori kerja, teori pikiran dan satu aktivitas kontra tugas yaitu *mind wandering* (Romadhon, 2018). Kajian ini perlu ditindaklanjuti dengan pengukuran secara obyektif dengan penggunaan pemeriksaan elektrofisiologis. Pendekatan pemeriksaan elektrofisiologis ini disamping relatif murah dibandingkan pemeriksaan yang mengeksplorasi aktivitas kognitif lainnya seperti *functional magnetic resonance imaging* (f-MRI), *positron emission topography* (PET) maupun pemeriksaan pencitraan lainnya.

Kelebihan pemeriksaan elektrofisiologi adalah kemampuan untuk memantau aktivitas kognitif secara *real time* (Happe *et al*, 1996; Holm *et al*, 2009; Kaiser, 2005; Klimesch, 1999; Lam *et al*, 2016). Pemeriksaan electro encephalography (EEG) kuantitatif dengan pendekatan pengukuran *event related potential* adalah model pengukuran yang paling mendekati untuk mengukur aktivitas kognitif yang terlibat selama sholat.

Terdapat dua studi yang secara khusus mengamati aktivitas kognitif selama sholat, Doufesh (2014) dan Newberg *et al* (2015). Doufesh menggunakan EEG dan Newberg *et al* menggunakan trans-axial SPECT (*single photon emission computed tomography*) pada tiga individu dengan salah satu diantaranya wanita. Keterbatasan penelitian Doufesh adalah aktivitas kognitif yang dianalisis dengan EEG kuantitatif masih terbatas pada beberapa elektroda yang tidak mencerminkan area-area otak yang terlibat dalam aktivitas kognitif selama sholat. Penggunaan ukuran power alfa saja memiliki keterbatasan karena power alfa menurun dengan bertambahnya usia (Klimesch 1999; da Silva, 2010).

Alternatifnya, untuk pengukuran aktivitas kognitif sholat perlu melibatkan area-area otak yang teraktivasi selama melakukan aktivitas kognitif baik yang pro tugas maupun kontra tugas. Pengukuran EEG kuantitatif dengan *event related potensial* (ERP) yakni mengukur persentase kenaikan relatif power alfa selama aktivitas kognitif tugas [sholat] dibandingkan kondisi basal, dapat mengatasi kelemahan perbedaan power alfa terkait usia (Klimesch 1999; da Silva, 2010). Sedangkan untuk menilai kekuatan kognitif selama sholat, perlu dibuat model pengukuran berbasis ERP yang mencerminkan keseluruhan aktivitas kognitif sholat secara *real time* dengan memperhatikan proporsi aktivitas kognitif pro dan kontra tugas. Kelebihan penggunaan SPECT adalah presisi daerah otak aktif lebih akurat, tetapi tidak dapat menilai dalam serial waktu karena hanya “memotret” satu waktu, sementara EEG dapat merekam keseluruhan aktivitas kognitif selama sholat.

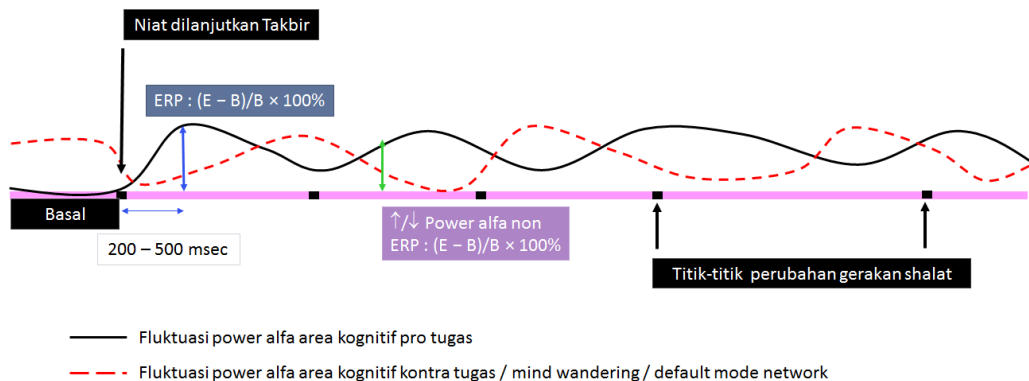
### EEG kuantitatif

EEG atau *electroencephalography* adalah teknik untuk menyadap dan menyajikan aktivitas listrik dari otak (Saab, 2008). Dasar dari EEG kuantitatif adalah adanya pola-pola regional desinkronisasi / resinkronisasi terutama gelombang alfa menunjukkan respons neural terhadap peristiwa sensoris maupun ketika melakukan tugas kognitif kompleks (Kaiser, 2005; Holm *et al*, 2009; Lam *et al*, 2016).

Gelombang alpha didapatkan pada keadaan rileks sadar terutama di daerah oksipital serta menunjukkan reaktivitas khas ketika mata tertutup (da Silva, 2010). Penghitungan ERP dengan menggunakan rumus sebagai berikut: amplitudo [ $\mu$ V] saat shalat [E] dikurangi kondisi basal [B]

dibagi dengan amplitudo saat kondisi basal dikalikan 100% dalam rumus:  $(E - B)/B \times 100\%$ , sehingga terlihat berapa persen kenaikan atau penurunan tonik dibandingkan kondisi basal.

Penghitungan ini diadaptasi dari kerja Holm *et al* (2009) dan Chang *et al* (2015) dalam menghitung ERP ketika otak diberikan beban kognitif. Model dinamika aktivitas kognitif pro tugas dan kontra tugas dapat dilihat pada gambar berikut. ERP yang diukur dalam penelitian ini ERP pada saat takbir yakni berdekatan dengan niat sebagai inductor perubahan kesadaran, kemudian diambil secara acak di daerah sepertiga awal, tengah dan akhir, dengan harapan terlihat dinamika interaksi aktivitas kognitif otak “pro” vs “kontra” tugas.



**Gambar 1.** Model pengukuran aktivitas kognitif shalat dengan pendekatan dinamika aktivitas kognitif ‘pro’ vs ‘kontra’ tugas

## Prediksi aktivitas kognitif pro tugas

### 1. Perubahan kesadaran diri

Perubahan kesadaran dari kesadaran basal (siap menerima impuls baik dari dalam maupun luar) menuju kesadaran khusyuk. Secara obyektif perubahan kesadaran diri ini terlihat dari adanya peralihan korteks frontal menjadi bergelombang listrik lambat sangat koheren dan tersinkronisasi ke limbik hingga struktur otak di bawah yang terkait. Wujud peralihan gelombang listrik otak ini umumnya adalah penurunan menyeluruh frekuensi gelombang otak ke rentang alfa dan teta, peningkatan amplitudo alfa dan teta serta regularitas di regio frontal dan sentral otak, yang menunjukkan proses-proses kognitif tingkat tinggi serta adanya de-afereisasi input dari sistem-sistem dalam otak (Winkelman, 2011).

Sedangkan kesadaran diri yang melibatkan kesadaran episodik berasosiasi dengan aktivitas dorsolateral prefrontal cortex, precuneus, korteks temporo medial dan lateral, *posterior cingulate cortex* (PCC), temporo – parietal *junction*, serta terdapat kecenderungan lateralisasi ke kiri (Ardila, 2016; Martinelli *et al*, 2012).

Pada EEG terlihat adanya peningkatan power alfa di daerah frontal, prekuneus hemisfer kiri [Brodmann Area 7 / elektroda EEG P3], medial prefrontal cortex, occipital, dan area bahasa hemisfer kiri (Winkelman, 2011; Berkovich-Ohana and Glicksohn, 2014). Kesadaran diri dengan pengerahan memori episodik mengaktifkan dorsolateral prefrontal cortex [dlPFC] kiri [Brodmann Area 47 / elektroda EEG F7], Inferior prefrontal gyrus [pada EEG ekuivalen di electrode F7], medial prefrontal cortex [mPFC / Brodmann Area 10 / elektroda EEG FP1], anterior cingulate cortex [ACC] kiri, area bahasa hemisfer kiri [inferolateral prefrontal cortex], gyrus temporal tengah, hippocampus kiri, gyrus frontal inferior kanan, gyrus precentral kanan, cuneus, caput caudatus kiri, lobus parietal superior kiri, occipital [Brodmann Area 18 / elektroda EEG O1/O2] dan cerebellum dan secara umum terdapat lateralisasi ke kiri (Manna *et al*, 2010; Arenander and Travis, 2004; Lazar *et al*, 2000; Cavanna and Trimble, 2006; Cahn and Polich, 2006; Farb *et al*, 2007; Tang *et al*, 2015; Trans cranial technology, 2012).

Ucapan berbisik sekaligus menyimak merupakan peristiwa akustik yang diproyeksikan dari nervus cochlearis menuju nuclei cochlearii di batang otak dan thalamus. Luaran dari area thalamus

berakhir di cortex auditorius primaris, regio “inti” yang terletak di Brodmann Area 41 (BA 41) dalam gyrus Heschls (Lipski, 2006). Kesadaran diri minimal mengerahkan struktur medial prefrontal cortex; kesadaran diri konseptual [semantik] terjadi peningkatan regio anterior otak dan juga regio posterior dan limbik, tetapi tidak sekuat kesadaran episodik; kesadaran diri episodik peningkatan regio posterior dan limbik lebih dominan daripada regio anterior (Martinelli *et al*, 2012, peningkatan power gamma area occipital karena adanya aktivitas visualisasi (Valiente-Barroso, 2014).

## 2. Pengerahan memori kerja

Hippocampus berperan secara mendasar dalam mencatat dan mengkoordinasikan memori episodik. Lobus temporal medial dan lobus dorsofrontal terlibat dalam pemrosesan memori semantik, yakni menandai makna kata. Cerebellum, ganglia basalis dan korteks motorik terlibat dalam pemrosesan memori implisit dibawah supervisi korteks cerebri tetapi tidak melibatkan hippocampus. Memori implisit /memori non deklaratif / memori motorik / memori prosedural tidak membutuhkan kesadaran; seperti tugas-tugas keterampilan tangan – memasukkan kancing baju – terjadi secara otomatis dan tidak membutuhkan perhatian terus menerus.

Perhatian pada sholat merupakan kombinasi antara fokus perhatian dengan monitoring terbuka. Awalnya fokus perhatian pada bisikan bacaan sholat kemudian monitoring perhatian terhadap pengalaman bacaan sholat tersebut. Seperti ketika membaca “alhamdulillah” awalnya fokus pada suara bisikan bacaan, pada saat yang sama melakukan penggambaran tentang alam semesta atau menimbulkan perasaan diri “kecil” dibandingkan Allah yang berada di balik keberadaan alam semesta. Landasan neurologis tipe-tipe aktivitas regulasi perhatian ini misalnya area lateral prefrontal cortex [lateral PFC] secara bilateral lebih teraktifkan dan penurunan relatif bagian rostral dari medial prefrontal cortex pada monitoring terbuka dibandingkan fokus perhatian (Farb *et al*, 2007; Manna *et al*, 2010; Desbordes *et al*, 2012).

Aktivasi secara umum area otak lebih menonjol pada monitoring terbuka dibandingkan fokus perhatian (Manna *et al*, 2010). Area dorso medial prefrontal cortex berperan dalam monitoring konflik perhatian dan menurun aktivitasnya pada meditasi *mindfulness* [meditasi jenis monitoring terbuka] (Etkin *et al*, 2006; Taylor *et al*, 2012).

## 3. Teori pikiran

Teori pikiran adalah kemampuan kognitif untuk memahami dan memprediksi tentang apa yang dipikirkan serta kondisi emosional orang lain ketika mengamati perilaku mereka. Disebut dengan teori, karena kondisi mental tersebut tidak dapat diamati, sehingga sistem kognitif otak membuat prediksi tentang perilaku orang lain (Hale and Saxe, 2013; Happé *et al*, 1996; Premack and Woodruff, 1978).

Derivatnya adalah empati, yang memiliki tiga aspek kunci yakni: i) perasaan intuitif mengenai sesuatu secara bersama dengan orang lain yang mengandalkan pengalaman emosional yang dibagi secara sosial, ii) mekanisme kognitif pengambilan perspektif, iii) kemampuan mempertahankan perbedaan diri – orang lain selama interaksi antar personal (Schulte-Rüther *et al*, 2007; Bradford *et al*, 2015). Meta-kesadaran diri juga termasuk dalam pembahasan dari teori pikiran (Goldman, 2012; Sebastian, 2016).

Aktivitas kognitif teori pikiran ditopang oleh jejaring otak yang disebut “*mentalizing network*”, pada manusia meliputi superior temporal sulcus (STS), temporo-parietal junction (TPJ), medial precuneus (PC) dan medial pre frontal cortex (mPFC) (Hale and Saxe, 2013). Dalam konteks shalat, penerapan teori pikiran tidak kepada manusia, tetapi kepada Tuhan, yang tentu sangat berbeda kadarnya, “merasa” bagaimana dirinya diperhatikan Tuhan yang tidak teramati oleh dirinya. Pelaku sholat misalnya ketika membaca “*Arrahmaanirahiim*” yakni melakukan penggambaran betapa karunia Allah demikian berlimpahnya, sementara ibadah sebagai balasan kepada Allah sangat kurang bahkan sering berbuat kesalahan dan dosa.

#### 4. *Trait* khusyuk

Trait khusyuk dapat diartikan sebagai tingkat keterampilan secara kognitif dan ditopang oleh plastisitas bagian tertentu dari otak. Ekstrapolasi dari studi neurosains meditasi, maka kemungkinan yang dijumpai pada trait khusyuk yaitu adanya keadaan asimetris ke kiri pada aktivitas listrik frontal menunjukkan adanya divisi anatomi dan fungsional dari pre frontal cortex, penurunan asimetri ke kanan di daerah precuneus; semakin lama khusyuk, semakin menurun asimetri ke kanan yang menunjukkan adanya penyesuaian *default mode network*, peningkatan asimetri ke kiri di daerah sulcus intraparietal posterior yang menunjukkan adanya perubahan dalam pemrosesan perhatian, tingkat asimetri sebanding dengan makin lamanya seseorang dalam mempraktekkan kekhusyukan (Davidson, 2004; Kurth *et al*, 2015).

#### Aktivitas kognitif kontra tugas

##### 1. *Mind wandering*

Lintasan pikiran dalam berpikir manusia mempunyai kecenderungan muncul secara spontan baik itu kata, gambaran, memori dan emosi yang mengalir tanpa usaha dari satu topik ke topik lainnya (Fox *et al*, 2015; Ellamil *et al*, 2016). Landasan neurologis dari *mind wandering* yakni adanya jejaring di otak yang dikenal dengan *default mode network* atau disingkat dengan DMN. DMN meliputi precuneus / posterior cingulate cortex (PCC), medial prefrontal cortex (mPFC), dan medial, lateral, dan inferior parietal cortex. Semakin kuat tuntutan tugas, semakin kuat deaktivasi yang terjadi.

Sebaliknya DMN teraktivasi selama tugas terkait fungsi sosial. Terdapat hubungan disosiatif antara kedua jejaring otak tersebut. Dengan EEG terdapat peningkatan aktivitas alfa pada DMN bagian posterior (Chen *et al*, 2008; Knyazev *et al*, 2011; Cole *et al*, 2014; Dixon *et al*, 2017; Chen *et al*, 2017).

#### Aplikasi pada kasus

##### Subyek

Empat orang pria yang dipilih dalam penelitian ini beragam secara usia dan kedalaman mengenai makna bacaan sholat. Rentang usia yakni 64 tahun, 26 tahun, dan dua orang 20 tahun. Tiga orang, penulis menilai mempunyai tingkat pemahaman makna bacaan sholat yang baik, sedangkan satu orang masuk dalam kategori kurang, karena tidak memahami makna hampir semua bacaan sholat. Pemilihan perbedaan usia untuk menunjukkan bahwa ukuran ERP tidak dipengaruhi besar power alfa yang tergantung usia.

#### METODE

Subyek dalam posisi duduk diminta menutup mata selama dua menit (dijadikan kondisi basal), kemudian memeragakan sholat dhuha (karena dilakukan pagi hari) dalam keadaan duduk, gerakan mengangkat tangan saat takbir, perubahan gerakan sholat seperti rukuk dan sujud dilakukan dengan memberikan isyarat tangan atau sedikit menundukkan atau mengangkat kepala. Elektroensefalogram direkam secara kontinu dengan alat EEG Natus Neurologi™ (Canada), 20 elektroda (sistem 10 – 20) dari Ag/AgCl dengan *impedance* 5 kΩ, data didapat dengan *software* XLtek, filter 1 – 70 Hz, sensitifitas 7 μV/mm, rentang power 0 – 196 μV.

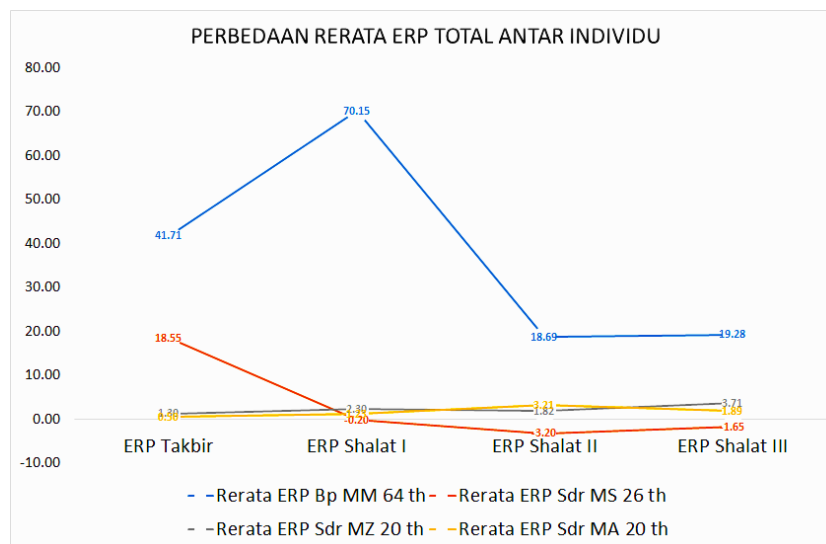
Dipilih hasil rekaman yang bebas artefak untuk kemudian dianalisis. Gelombang alpha didefinisikan dalam rentang 8 – 12 Hz, analisis per elektroda secara *average*. Analisis kuantitatif melalui pengukuran prosentase *event related desynchronization* [ERD] / *event related synchronization* [ERS] dengan menghitung rerata amplitudo [μV] saat sholat [E] dikurangi kondisi basal [B] dibagi dengan amplitudo saat kondisi basal dikalikan 100% dalam rumus  $(E - B)/B \times 100\%$ , sehingga terlihat berapa persen kenaikan atau penurunan tonik dibandingkan kondisi basal. Penghitungan ini diadaptasi dari kerja Holm *et al* (2009) dan Chang *et al* (2015) dalam menghitung ERD/ERS ketika otak diberikan beban kognitif.

Analisis dilakukan di masing-masing elektroda, kemudian disajikan dalam bentuk tabulasi. Elektroda kiri adalah Fp1, F7, F3, A1, T3, C3, T5, P3, O1, sedangkan elektroda kanan adalah Fp2, F4, F8, A2, T4, C4, T6, P4, O2, dan elektroda tengah meliputi Fz, Pz, dan Pz. Beberapa model pengukuran kekuatan kognitif tugas sholat yang diusulkan meliputi dengan dua cara: 1) menghitung kekuatan akut yakni melalui rerata prosentase ERD/ERS seluruh elektroda kiri dan kanan dibagi elektroda tengah untuk mengoreksi aktifitas *default*; 2) menghitung kekuatan kronis melalui tingkat plastisitas otak melalui pengukuran tingkat lateralisasi hemisfer kiri dengan cara rerata prosentase ERD/ERS elektroda kiri dibagi dengan kanan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kekuatan kognitif akut sholat

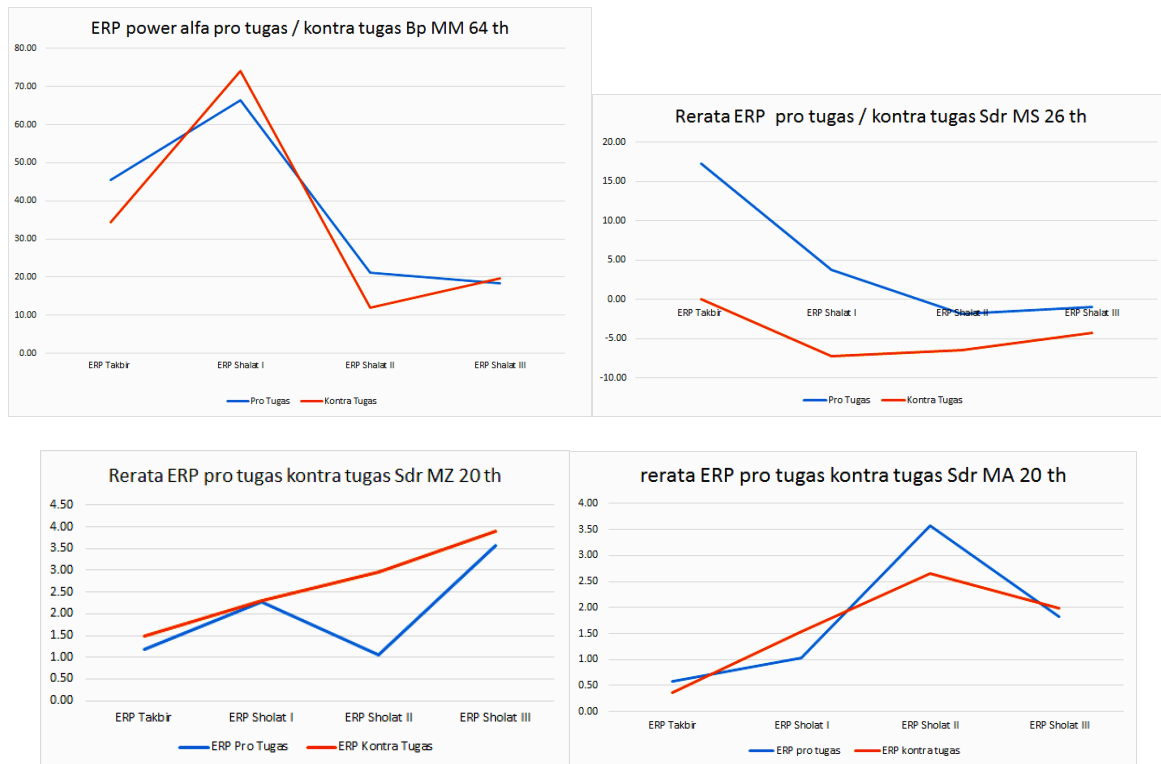
Model yang diusulkan untuk pengukuran kekuatan kognitif akut sholat terdapat dua jenis, yakni rerata ERP total (gambar 2) dan perbandingan antara rerata ERP pro tugas dengan kontra tugas (gambar 3). Pada gambar rerata ERP total (gambar 2) menunjukkan semua aktivitas kognitif yang terlibat dalam sholat baik pro tugas maupun kontra tugas.



**Gambar 2.** Rerata ERP total semua elektroda pada empat individu di empat moment yang berbeda.

Pola ini membuktikan bahwa ERP tidak terpengaruh oleh power alfa yang cenderung menurun dengan bertambahnya usia, bahkan nilai rerata ERP total pada bapak MM 64 tahun paling tinggi. Sementara Sdr MS 26 tahun rerata ERP saat takbir lebih tinggi dari dua subyek yang lebih muda lainnya.



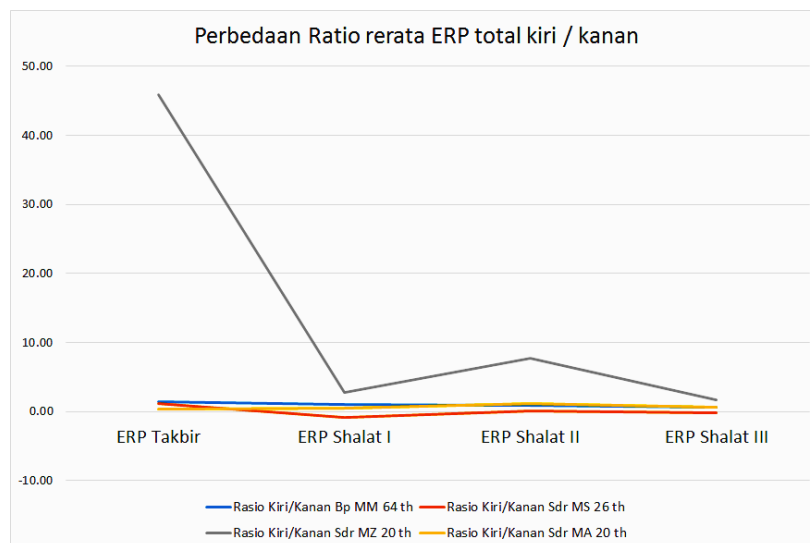


**Gambar 3.** Rerata ERP pro tugas dibandingkan dengan ERP kontra tugas

Pada gambar 3, terdapat kesan bahwa Bp MM 64 tahun dan Sdr MS 26 tahun aktivitas kognitif pro tugas lebih mendominasi dibandingkan aktivitas kognitif kontra tugas. Model pengukuran tipe ini tidak dapat digeneralisasikan karena adanya fluktuasi yang sangat besar tergantung kondisi individual pada saat diperiksa. Banyak distraktor yang berpengaruh terutama pengondisian spiritual menjelang sholat yang diperiksa EEG.

### **Kekuatan kognitif kronik sholat**

Kekuatan kognitif kronik sholat ditunjukkan dengan melihat ratio rerata ERP total kiri banding kanan. Sebagaimana yang telah disebutkan sebelumnya derajat asimetri kiri dan kanan mencerminkan tingkat kronisitas kognitif sholat. Pada gambar 4, terlihat bahwa Sdr MZ 20 tahun mempunyai rasio rerata ERP total elektroda kiri dibanding kanan yang tertinggi.



**Gambar 4.** Perbedaan rasio rerata ERP kiri dibanding kanan antara empat individu subyek penelitian.

## KESIMPULAN

Penelitian preliminari ini sudah memberikan gambaran awal mengenai model pengukuran aktivitas kognitif otak berbasis EEG kuantitatif dengan pendekatan pengukuran event related potential di berbagai elektroda. Perlu penelitian lebih luas untuk mendapatkan pola yang lebih bagus presisinya dalam menentukan kualitas kognitif khusyuk seseorang berdasarkan pemeriksaan elektrofisiologi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ardila, A., 2016, Is “Self-Consciousness” Equivalent to “Executive Function”? *Psych & Neurosc May 23*
- Arenander, A.T., Travis, F.T., 2004, *Brain Pattern of Self Awareness*, in B. Beitman and J. Nair (eds.), *Deficits of Self Awareness in Psychiatric Disorders* New York, In Press
- Berkovich-Ohana, A., Glicksohn, J., 2014, The consciousness state space (CSS) – a unifying model for consciousness and self, *Frontiers in Psychology April vol 5 article 341 doi: 10.3389/fpsyg.2014.00341*
- Borjigina, J., Leed, U., Liu, T., Pal, D., Huff, S., Klarr, D., Sloboda, J., Hernandez, J., Wang, M.M., Mashour, G.A. 2013, Surge of neurophysiological coherence and connectivity in the dying brain, *PNAS August 27, vol. 110 no. 35 pp 14432–14437*
- Bradford, E.E.F., Jentsch, I., Gomez, J-C., 2015, From self to social cognition: Theory of Mind mechanisms and their relation to Executive Functioning, *Cognition 138 21 – 34*
- Cahn, B.R., Polich, J. 2006, Meditation States and Traits: EEG, ERP, and Neuroimaging Studies, *Psychological Bulletin, Vol.132, No.2, 180-211*
- Cavanna, A.E., Trimble, M.R., 2006, The precuneus: a review of its functional anatomy and behavioural correlates, *Brain (2006), 129, 564–583*
- Chang, Y-K., Chu, C-H., Wang, C-C., Song, T-F., Wei, G-X., 2015, Effect of acute exercise and cardiovascular fitness on cognitive function: An event-related cortical desynchronization study, *Psychophys, 52, 342 - 351*
- Chen, A.C.N., Feng, W., Zhao, H., Yin, Y., Wang, P., 2008, EEG default mode network in the human brain: Spectral regional field powers, *Neuroimage 41 561 – 574*



- Chen, J.E., Glover, G.H., Greicius, M.D., Chang, C., 2017, Dissociated Patterns of Anti-Correlations with Dorsal and Ventral Default-Mode Networks at Rest, *Human Brain Mapping* 00:00–00
- Cole, M.W., Basset, D.S., Power, J.D., Braver, T.S., Petersen, S.E., 2014, Intrinsic and Task-Evoked Network Architectures of the Human Brain, *Neuron* 83, 238 - 251, July 2, 2014 @2014 Elsevier Inc.
- Da Silva, F.L., 2010 EEG: Origin and Measurement in Mulert C., Lemieux, L., (eds.), *EEG–fMRI* DOI: 10.1007/978-3-540-87919-0\_2
- Desbordes, G., Negi, L.T., Pace, T.W.W., Wallace, B.A., Raison, C.L., Schwartz, E.L. 2012, Effects of mindful-attention and compassion meditation training on amygdala response to emotional stimuli in an ordinary, non meditative state, *Front Hum Neurosc*, Nov vol 6 article 292
- Doufesh, H., Ibrahim, F., Ismail, N.A., Ahmad, W.A.W., 2014, Effect of Muslim Prayer (Salat) on a Electroencephalography and Its Relationship with Autonomic Nervous System Activity, *The Journal of Alternative and Complementary Medicine Vol 20, No 7, 2014, pp. 558 – 562* DOI: 10.1089/acm.2013.0426
- Davidson, R.J., 2004, What does the prefrontal cortex “do” in affect: perspectives on frontal EEG asymmetry research; Commentary, *Biological Psychology* 67 219–233
- Dixon, M.L., Adrews-Hanna, J.R., Spreng, R.N., Irving, Z.C., Mills, C., Girn, M., Christoff, K., 2017, Interactions between the default network and dorsal attention network vary across default subsystems, time, and cognitive states, *NeuroImage* 147 632 - 649
- Ellamil, M., Fox, K.C.R., Dixon, M.L., Pritchard, S., Todd, R.M., Thompson, E., Christoff, K., 2016, Dynamics of neural recruitment surrounding the spontaneous arising of thoughts in experienced mindfulness practitioners, *NeuroImage* 136 186 - 196
- Etkin, A., Egner, T., Peraza, D.M., Kandel, E.R., Hirsch, J., 2006, Resolving Emotional Conflict: A Role for the Rostral Anterior Cingulate Cortex in Modulating Activity in the Amygdala, *Neuron* 51, 871 - 882, Sept 21
- Farb, N.A.S. Segal, Z.V., Mayberg, H., Bean, J., McKeon, D., Fatima, Z., Anderson, A.K., 2007, Attending to the present: mindfulness meditation reveals distinct neural modes of self-reference, *SCAN* (2007)2,313–322
- Fox, K.C.R., Nijeboer, S., Dixon, M.L., Floman, J.L., Ellamil, M., Rumak, S.P., Sedlmeier, P., Christoff, K., 2014. Is meditation associated with altered brain structure? A systematic review and meta-analysis of morphometric neuroimaging in meditation practitioners, *Neurosci & Biobehav Rev* 43 48–73
- Goldman, A.I., 2012, Theory of Mind, in Margolis, E., Samuels, R., Stich, S., *Oxford Handbook of Phil & Cog Sci*
- Hale, J.K., Saxe, R., 2013, Theory of Mind: a Neuronal Prediction Problem, *Neuron* 79, Sept 4
- Happé, F., Ehlers, S., Fletcher, P., Frith, U., Johansson, M., Gillberg, C., Dolan, R., Frackowiak, R., Frith, C., (1996) ‘Theory of mind’ in the brain. Evidence from a PET scan study of Asperger syndrome, *NeuroRep* 8, 197–201
- Holm, A., Lukander, K., Korpela, J., Sallinen, M., Müller, K.M.I., 2009, Estimating Brain Load from the EEG, *The Sci W J* 9, 631 – 651
- Kaiser, D.A., 2005, Basic Principles of Quantitative EEG, *Journal of Adult Development, Vol. 12, Nos. 2/3, August*
- Klimesch, W., 1999, EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis, *Brain Research Reviews* 29 169–195
- Knyazev, G.G., Slobodskoj-Plusnin, J.Y., Bocharov, A.V., Pylkova, L.V., 2011. The default mode network and EEG alpha oscillations: An independent component analysis, *Brain Research* 1402(2011) 67 – 79
- Kurth, F., MacKenzie-Graham, A., Toga, A.W., Luders, E., 2015, Shifting brain asymmetry: the link between meditation and structural lateralization, *SCAN* 10, 55-61

- Lam, N.H., Schoffelen, J-M., Udden, J., Hulten, A., Hagoort, P., 2016, Neural activity during sentence processing as reflected in theta, alpha, beta and gamma oscillations, *NeuroImage* 142 43-54
- Lazar, S.W., Bush, G., Gollub, R.L., Fricchione, G.L., Khalsa, G., Benson, H., 2000, Functional brain mapping of the relaxation and meditation, *NeuroReport Vol 11 No 7, 15 May 1581 – 1585*
- Lipski, S.C., 2006, Neural correlates of fricative contrasts across language boundaries, *Thesis for Doktors der Philosophie (Dr. phil.) at Institut für Maschinelle Sprachverarbeitung der Universität Stuttgart*
- Manna, A., Raffone, A., Perrucci, M.G., Nardo, D., Ferretti, A., Tartaro, A., Londei, A., Gratta, C.D., Belardinelli, M.O., Romani, G.L. 2010, Neural correlates of focused attention and cognitive monitoring in meditation, *Brain Res Bull* 82 46 - 56
- Martinelli, P., Sperduti, M., Piolino, P., 2012, Neural Substrates of the Self – Memory System: New Insights from a Meta – Analysis, *Hum Brain Mapp* 00.000-000, DOI: 10.1002/hbm.22008
- Newberg, A.B., Wintering, N.A., Yaden, D.B., Waldman, M.R., Reddin, J., Alavi, A., 2015, A case series study of the neurophysiological effects of altered states of mind during intense Islamic prayer, *J Physiol Paris. Dec;109(4-6):214-220.*
- Premack, D., Woodruff, G., 1978, Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behav & Brain Sci*, 4, 515 – 526
- Romadhon, Y.A., 2018, Shalat sebagai aktivitas kognitif kompleks: kajian teoretis dan studi kualitatif, *The 7<sup>th</sup> University Research Colloquium 2018 STIKES PKU Muhammadiyah Surakarta*
- Saab, M., 2008, Basic Concepts of Surface Electroencephalography and Signal Processing as Applied to the Practice of Biofeedback, *Biofeedback Volume 36, Issue 4, pp. 128–133*
- Schulte-Rüther, M., Markowitsch, H.J., Fink, G.R., Piefke, M., (2007) Mirror Neuron and Theory of Mind Mechanisms Involved in Face-to-Face Interactions: A Functional Magnetic Resonance Imaging Approach to Empathy, *Journal of Cognitive Neuroscience* 19:8, Massachusetts Institute of Technology pp. 1354–1372
- Sebastián, M.Á., 2016, Consciousness and Theory of Mind: a Common Theory? *THEORIA. Revista de Teoría, Historia y Fundamentos de la Ciencia*, vol. 31, núm. 1, 2016, pp. 73-89
- Short, E.B., Kose, S., Mu, Q., Borckardt, J., Newberg, A., George, M.S., Kozel, F.A. 2007, Regional Brain Activation During Meditation Shows Time and Practice Effects: An Exploratory FMRI Study, *eCAM* 2010;7(1)121–127 doi:10.1093/ecam/nem163
- Sperduti, M., Martinelli, P., Piolino, P., 2011, A neurocognitive model of meditation based on activation likelihood estimation (ALE) meta-analysis. *Consc & doi:10.1016/j.concog, 2011.09.019*
- Tang, Y-Y., Hölzel, B.K., Posner, M.I., 2015, The neuroscience of mindfulness meditation, *Nature Reviews Neuroscience AOP, published online 18 March 2015; doi:10.1038/nrn3916*
- Taylor, V.A., Daneault, V., Grant, J., Scavone, G., Breton, E., Roffe-Vidal, S., Courtemanche, J., Lavarenne, A.S., Marrelec, G., Benali, H., Beauregard, M., 2012, Impact of meditation training on the default mode network during a restful state, *Social Cognitive and Affective Neuroscience (SCAN) March doi:10.1093/scan/nsr087*
- Trans Cranial Technologies, 2012, *Cortical Function Reference*, Trans Cranial Technologies Hongkong
- Valiente-Barroso, C, (2014) Brain plasticity associated with meditation experience: Neurofunctional approach and structural findings, *International Journal of Brain and Cognitive Science*, 3(1): 6 – 24
- Winkelman, M., 2011, A paradigm for understanding altered consciousness: The integrative mode of consciousness, in Cardena, E., Winkelman, M., (ed), *Altering Consciousness. Multidisciplinary perspective*, Preger pp 23 – 41