

Asimetri Gelombang Alfa pada Naracoba yang Mengalami Gangguan Stres Pasca Traumatik

Gema Gumelar¹, Eka Susanty², Lulu Lusianti Fitri³, Suprijanto⁴, dan Linda Ernawati⁵

^{1,2,5} Fakultas Psikologi, Universitas Jenderal Achmad Yani^{1,2,5}

³Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung

⁴Departemen teknik Fisika, Institut Teknologi Bandung³

Abstrak

Cukup banyak orang menderita karena stres traumatik, tentunya hal tersebut mempengaruhi sistem keberfungsian manusia secara umum, baik aspek kesehatan fisik, mental, maupun sosio-ekonomi. Stres traumatik yang dikategorikan dalam DSM-IV-TR adalah gangguan stres pasca traumatik atau *posttraumatic stress disorder* (PTSD). Gangguan stres pasca traumatik cukup banyak ditemui di Indonesia, hal ini dikarenakan kondisi geografis Indonesia yang begitu rentan terkena bencana alam. Diketahui bahwa gangguan stres pasca traumatik telah membuat suatu disfungsi pada area sistem saraf pusat, khususnya pada area korteks prefrontal medial, hipokampus, dan amigdala (Bremner, 2002; Shin et al. 2006). Hal tersebut ikut berkontribusi dalam peningkatan kecemasan dan patologis emosi lainnya (Bremner, 2002). Selain berpengaruh terhadap emosi, tentunya akan berpengaruh juga terhadap gelombang otak. Sebagaimana dikemukakan oleh Davidson (1998) dan Horlings (2008) mengenai asimetri gelombang otak, dimana bahwa aktivitas emosi, kecemasan, dan kepanikan dapat terukur dari asimetri gelombang alfa. Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji apakah terdapat asimetri gelombang alfa pada naracoba yang mengalami gangguan stres pasca traumatik. Hal ini penting dilakukan karena dapat dijadikan alat bantu dalam menegakkan diagnosis dengan menggunakan teknik berbeda, yaitu melalui pengukuran gelombang otak dan gambaran mengenai PTSD akan semakin jelas serta akurat. Rancangan penelitian yang digunakan adalah *single-subject experimental* dengan melihat perbedaan perubahan asimetri gelombang otak antara naracoba PTSD dan naracoba Non-PTSD. Naracoba yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 3 naracoba PTSD (eksperimen) dan 3 naracoba non-PTSD (kontrol). Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data yang menunjukkan bahwa terdapat asimetri gelombang alfa di area frontal dan parietal pada naracoba PTSD, yang dapat disimpulkan bahwa naracoba PTSD mengalami emosi negatif serta *anxious arousal* atau kecemasan somatik, hal inipun didukung dengan hasil interpretasi data artifak serta analisis respirasi.

Kata kunci: gangguan stres pasca traumatik – gelombang alfa – asimetri – stimulus auditoris – dimensi emosi

PENDAHULUAN

Khususnya di Indonesia kecenderungan untuk merasakan stres traumatik cukup rentan sekali, karena berdasarkan fenomena yang ada bahwa Indonesia banyak menghadapi apa yang disebut *cataclysmic events*. Menurut Lazarus dan Cohen (1977) stresor di

lingkungan terbagi menjadi tiga kategori utama, yaitu *cataclysmic event*, *personal stressor*, dan *background stressor*. *Cataclysmic events*, adalah stresor paling besar dan memiliki beberapa karakteristik dasar, dimana merupakan suatu kejadian luar biasa yang tidak terduga serta berdampak luas.

Gangguan stres pasca traumatik telah mempengaruhi banyak aspek kehidupan manusia, salah satunya adalah aspek yang berkaitan dengan kesehatan mental. Markowitsch et al. (1998), mengaitkan trauma psikologis dengan berkurangnya metabolisme di otak dan defisit kognitif, pada akhirnya bahwa goncangan (*shock*) psikologis menjadi penyebab permanen kerusakan metabolisme otak yang menghasilkan disfungsi intelektual yang parah.

Tidak heran jika beberapa perubahan pada area di otak yang disebabkan oleh stres traumatik berdampak pada beberapa perilaku seseorang yang mengalaminya, sebagaimana telah dijelaskan di dalam buku panduan diagnostik gangguan mental DSM-IV-TR mengenai simptom-simptom gangguan stres pasca traumatik, yaitu *reexperiencing symptom*, *avoidance symptom*, dan *hyperarousal symptom*. Lambrosio dan Sapolsky (1998), menyatakan bahwa trauma psikologis dengan gangguan stres pasca traumatik yang parah telah mempengaruhi sistem saraf dimana komposisi kimiawi yang terjadi pada tingkat sel saraf (neuron) telah terjadi kerusakan fungsi yang membawa pada “brain aging” atau penuaan otak, yang merubah keberfungsian emosional dan kognitif serta mengurangi fungsi fisik dan mental.

Hampir semua aspek psikologis telah terlibat di dalamnya, mulai dari emosi, kognitif, dan perilaku. Salah satu aspek yang dapat dilihat untuk mengetahui gangguan stres pasca traumatik, yaitu melalui aktivitas hemisfer otak dan model dimensional emosi. Davidson (2004) menyebutkan bahwa terdapat

hubungan antara aktivitas korteks prefrontal atau *prefrontal cortex* (PFC) dengan afeksi. Telah diketahui bahwa aktivitas dalam PFC telah berkaitan dengan kemampuan untuk menghambat input dari pusat sub-kortikal, yang di dalamnya melibatkan sirkuit-sirkuit amigdala, hipokampus, singulat, korteks dorsolateral kiri dan kanan, serta struktur lainnya.

Hal tersebut menunjukkan bahwa area korteks frontal terhubung langsung dengan amigdala sehingga pengukuran model dimensional emosi melalui gelombang otak dengan menggunakan elektroensefalografi (EEG) dapat dilakukan. Elektroensefalografi (EEG) merupakan alat ukur yang unik dan bernilai dalam melihat fungsi elektrik otak (William O. Tatum, 2008), dimana gelombang otak yang terukur oleh EEG dapat menunjukkan kondisi psikologis seseorang, seperti keadaan terbangun (kesadaran penuh) dan atensi penuh, rileks, keadaan tidak sadar, mimpi, bahkan hingga keadaan stres maupun cemas.

Di antara alat pencitraan otak lainnya, EEG merupakan salah satu alat yang tidak memaparkan naracoba dengan radiasi atau zat kimia serta mampu memberikan informasi tentang struktur otak kortikal dan subkortikal (Kaplan & Sadock, 2010). Efisiensi dalam pengambilan data gelombang otak pun dimiliki oleh alat ini, karena alat pencitraan otak lainnya (seperti fMRI, MRI, CT-scan, MEG, SPECT, PET) mengharuskan naracoba untuk tetap diam dalam alat selama pengamatan dan tidak tepat digunakan pada studi lapangan langsung.

Penelitian-penelitian psikologi yang melibatkan pengukuran melalui pencitraan otak sudah banyak memberikan kontribusi, khususnya di bidang neuropsikologi dan *cognitive neuroscience*. Namun pemanfaatan riset di bidang tersebut khususnya di Indonesia sangatlah kurang. Untuk mempelajari suatu permasalahan psikologis tidak hanya dapat dilihat dari satu aspek saja, tetapi dari keseluruhan aspek yang terlibat, khususnya gangguan stres pasca-traumatik telah melibatkan unsur neuropsikologis.

Hal ini pun didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh Ssang-Hee Seo dan Jung-Tae Lee (2010), dimana penelitian ini melakukan pemeriksaan terhadap stres melalui alat ukur elektrofisiologis, yaitu elektroensefalografi (EEG). Hasil penelitiannya menyatakan bahwa terdapat asimetri gelombang otak pada orang yang mengalami stres, khususnya gelombang otak alfa pada bagian korteks prefrontal. Selain itu, hasil data menunjukkan korelasi yang signifikan antara pengukuran EEG dan indikator

Metode Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan berjenis *Single-Subject Experimental Designs*, dimana merupakan rancangan penelitian yang menggunakan satu subjek dengan tujuan untuk menyelidiki pengaruh dari kondisi perlakuan (*treatment*) (Christensen, 1988). Kontrol eksperimental ditunjukkan dengan pengaturan kondisi eksperimental, dimana perilaku individu berubah secara sistematis dengan memanipulasi variabel bebas.

stress lainnya, seperti elektrokardiogram (EKG) dan hormon kortisol.

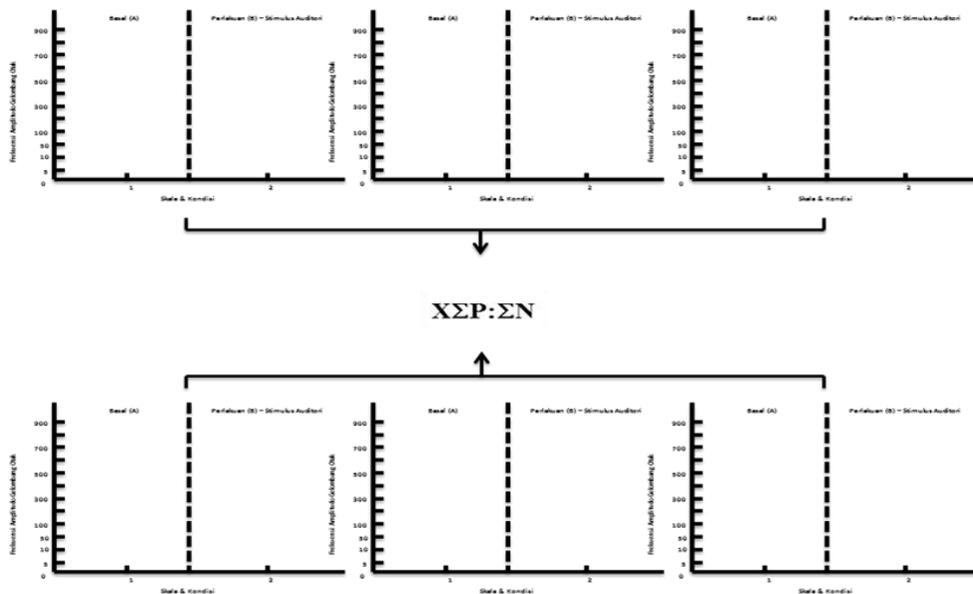
Berdasarkan pada kondisi serta permasalahan-permasalahan yang telah disebutkan, maka pada penelitian ini akan dilakukan pengukuran gelombang otak alfa pada naracoba yang mengalami gangguan stres pasca-traumatik pasca bencana longsor. Masalah pokok yang hendak dikaji dalam pembuatan penelitian ini, adalah untuk menguji apakah terdapat perbedaan yang asimetri pada gelombang alfa di are frontal maupun parietal, baik sebelum maupun pada saat pemberian stimulus auditoris berupa suara hujan dan petir, serta mengevaluasi perbedaan perubahan yang terjadi pada asimetri gelombang alfa, baik pada naracoba yang mengalami ataupun tidak mengalami gangguan stres pasca-traumatik? Pada akhirnya masalah pokok tersebut dapat membantu peneliti dalam mengetahui gambaran gelombang otak pada orang yang mengalami gangguan stres pasca-traumatik.

Jenis *Single-Subject Experimental Designs* yang digunakan adalah **Basic Design** atau **The A-B Design** (Gambar 3.1.) dengan *treatment* (B) berupa stimulus auditoris, rancangan penelitian yang digunakan akan mengukur mengenai:

- 1) Gelombang otak pada tahap basal (A).
- 2) Efek perlakuan (B) pada gelombang otak.
- 3) Perbandingan antara gelombang otak (perilaku) pada tahap basal (A) dengan tahap perlakuan (B).

Tujuan penggunaan jenis *The A-B Design* adalah untuk memfokuskan pengukuran terhadap perubahan gelombang otak pada beberapa naracoba

yang mengalami gangguan stres pasca traumatik (PTSD) setelah diberikan perlakuan (*treatment*) berupa stimulus auditoris yang telah disesuaikan.



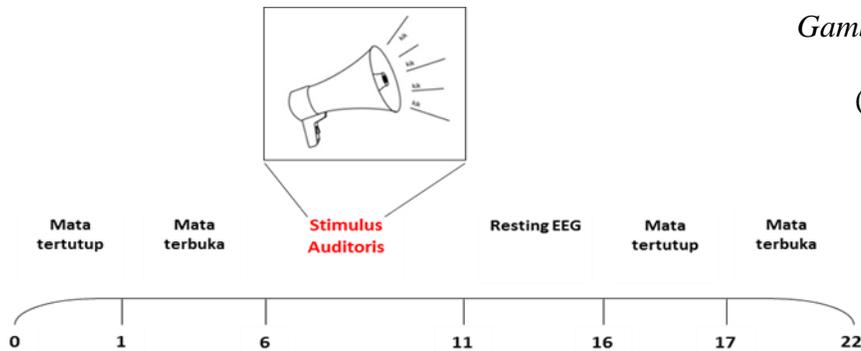
Gambar 1. Rancangan *single-subject experimental* dalam mengukur gelombang otak pada orang yang mengalami PTSD dan Non-PTSD

Penelitian dilakukan untuk melihat gambaran topografik komputer elektroensefalografi (EEG) yang asimetri pada naracoba korban bencana longsor yang mengalami gangguan stres pasca traumatik, baik itu sebelum perlakuan (A) diberikan maupun ketika diberikan (B), serta mengevaluasi hasil perbedaan perubahannya antara tahap basal (A) dan tahap perlakuan (B). Selain mengevaluasi perbedaan antara tahap basal (A) dengan tahap perlakuan (B) pada naracoba itu sendiri, nantipun akan dilihat hasil evaluasi perbedaan pada naracoba yang tidak mengalami gangguan stres pasca traumatik. Naracoba yang tidak mengalami gangguan stres pasca traumatik akan dijadikan sebagai kelompok kontrol

dalam upaya mengevaluasi perbedaan serta perubahan yang terjadi di antara kedua kelompok tersebut, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

Pada penelitian ini hanya diberikan satu stimulus yaitu stimulus auditoris, dimana rangsang auditoris diberikan kepada naracoba dalam sekali waktu, rangsang auditoris berupa suara hujan-petir yang terstandarisasi dari *BioInfinity Program*. Penentuan stimulus disesuaikan dengan hasil *screening* dan evaluasi yang dilakukan oleh psikolog dan peneliti. Pemberian stimulus dilakukan selama 5 menit dan pada saat itu juga dilakukan pengukuran EEG. Naracoba mendengarkan stimulus melalui

earphone yang ditempelkan pada telinga. Berikut ini gambaran rancangan pemberian stimulus auditoris



Posisi naracoba pada saat pengukuran gelombang otak dilakukan adalah dengan cara berbaring serta tidak melakukan gerakan apapun selain yang diperintahkan oleh peneliti, yaitu tutup mata dan buka mata. Hal ini dilakukan untuk menghindari adanya *noise* dan artifak, serta posisi tersebut merupakan posisi terbaik dalam melakukan pengukuran gelombang otak. Sebelum dilakukan pengukuran, naracoba dibiarkan beristirahat terlebih dahulu selama 30 menit setelah itu barulah naracoba dilakukan pengukuran. Ketika seluruh elektroda sudah terpasang di kepala naracoba, peneliti terlebih dahulu melakukan *try out* pengukuran gelombang otak naracoba selama 5 menit, untuk melihat apakah gelombang otak dari naracoba sudah terlihat secara konsisten (stabil) dan siap untuk dilakukan pengukuran yang sesungguhnya (terutama untuk menghindari adanya artifak dari pemasangan elektroda yang kurang tepat). Untuk artifak yang merupakan hasil dari gerakan otot terutama pada saat diberikan stimulus auditoris, maka data tersebut akan dijadikan sebagai data pendukung dalam penelitian ini berupa analisis artifak.

ketika penelitian dilakukan:

Gambar 2. Rancangan pengukuran eeg & stimulus auditoris
(Ssang-Hee Seo dan Jung-Tae Lee, 2010)

Jumlah naracoba yang akan digunakan adalah sebanyak 3 naracoba kelompok eksperimental dan 3 naracoba kelompok kontrol. Naracoba yang menjadi subjek penelitian pada penelitian ini memiliki karakteristik sebagai berikut, yaitu:

- 1) Individu yang didiagnosis *posttraumatic stress disorder* (PTSD) dan diagnosis nya telah memenuhi kriteria prasyarat yang telah psikolog serta Komite Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) – RSHS tetapkan, karena sebelumnya individu telah melalui serangkaian proses *screening* asesmen psikologis baku mengenai PTSD, sesuai dengan kriteria DSM-IV-TR yang dilakukan oleh peneliti dan disupervisi oleh tenaga profesional.
- 2) Individu dewasa awal-madya berusia antara 25-50 tahun.
- 3) Memiliki penglihatan dan pendengaran yang normal maupun terkoreksi, melalui *medical check-up* (MCU) yang dilakukan oleh dokter.

- 4) Tidak memiliki riwayat penyakit yang berkaitan dengan penyakit kejiwaan lainnya (neurotik atau psikotik) selain gangguan stres pasca traumatik yang sudah terkoreksi, penyakit otak atau mental organik secara progresif dan pasti atau yang mempengaruhi kepada kerusakan kognitif dan gelombang otak (seperti epilepsi, demensia, alzheimer, amnesia, vertigo, diabetes, tumor otak, stroke, hipertensi kronis, *multiple sclerosis*, penyakit jantung, dan lain sebagainya).
- 5) Belum pernah mendapatkan perawatan atau penyembuhan yang berkaitan dengan gangguan stres pasca traumatik-nya, seperti farmakoterapi ataupun psikoterapi.
- 6) Tidak sedang mengonsumsi obat-obatan maupun adiksi zat-zat psikoaktif (misal, alkoholik, halusinogenik, stimulan, dan sebagainya).
- 7) Tidak dalam keadaan terpaksa pada saat pengambilan data serta telah mengisi segala persyaratan *ethical legality* yang telah peneliti sediakan dan Komite Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) – RSHS tetapkan.

Perlengkapan dan peralatan untuk pengukuran gelombang otak terdiri dari seperangkat mesin EEG yang terdiri dari; elektroda dan sensor elektroda, pasta konduktor EEG, komputer, printer, kamera, dan *photic*. Perlengkapan lainnya; seperti pembersih kepala, dan handuk.

1) Mesin EEG

Mesin EEG yang digunakan adalah NicoletOne, merupakan sistem modular

neurodiagnostik yang diproduksi oleh VIASYS Healthcare Inc., USA (Gambar 3.4.). Mesin ini terdiri dari:

- a. Komputer dengan prosesor Pentium 4 dan Windows XP, yang telah dilengkapi dengan Nicolet EEG v5.71.1.2500, sebagai *software* pengoperasian mesin EEG NicoletOne.
- b. Pasta konduktor EEG Elefix (Gambar 3.5.).
- c. CD Installation Disk for Windows XP or Vista.

2) Elektroda

Terdiri atas 23 kanal elektroda (Gambar 3.6.), dimana tiap elektroda dihubungkan dengan mesin EEG menggunakan suatu sensor khusus EEG. Sensor ini berfungsi dalam mendeteksi aliran listrik spesifik dari elektroda dan untuk menghindari *noise* oleh medan listrik, titik dimana elektroda diletakkan.

Area otak yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah area frontal (F3-F4) dan area parietal (P3-P4). Area frontal berkaitan dengan area yang lebih kompleks dari perencanaan dan eksekusi perilaku dan tugas-tugas yang memerlukan integrasi informasi dari waktu ke waktu. Area parietal merupakan area yang menerima input proyeksi dari talamus (Gazzaniga, Ivry, Mangun, & Steven, 2009) serta girus singulat dalam pemrosesan input emosi dan ketepatan respon motorik dalam suatu keadaan emosional. Pada beberapa penelitian sebelumnya pun (Blackhart, 2006; Bos, 2006; Horlings, 2008) titik-titik elektroda (F3-F4 dan P3-P4) pada area frontal dan parietal digunakan untuk pengukuran emosi dan stres.

Selanjutnya, data hasil ekstraksi dari program Nicolet EEG v5.71.1.2500 yang merupakan data mentah yang didapat dari hasil pengukuran NicoletOne EEG VIASYS adalah berupa amplitudo dari tiap elektroda, waktu pengukuran, penanda rangsang (menandai waktu ditampilkannya rangsang saat penelitian dilakukan), dan kontrol kanal elektroda.

Data yang didapatkan lalu difilter sensitivitasnya menggunakan Nicolet EEG v5.71.1.2500 menjadi 20 μ V dengan *High Cut* sebesar 13 Hz dan *Low Cut* sebesar 8 Hz, sesuai dengan gelombang otak yang akan digunakan, yaitu

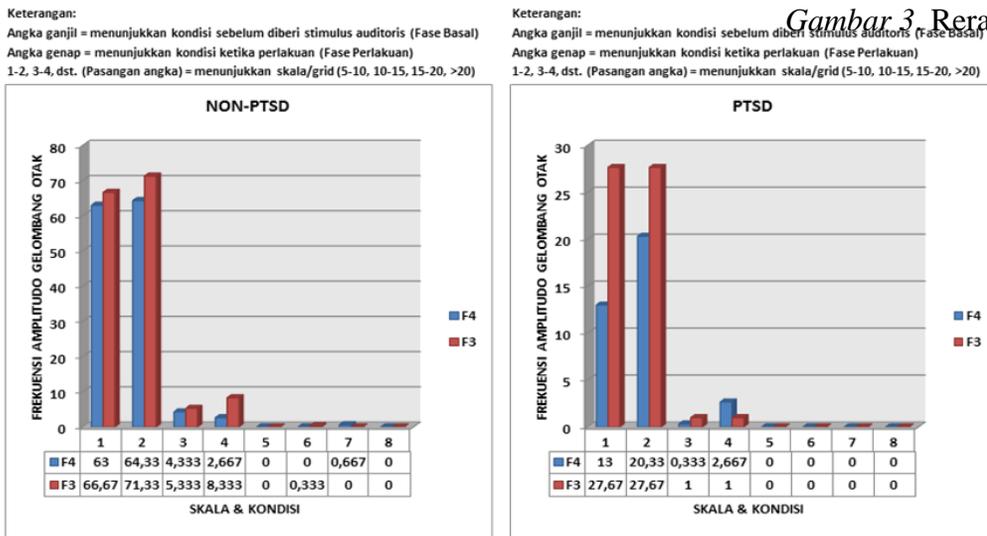
Hasil Penelitian

Nilai rerata frekuensi amplitudo gelombang otak pada naracoba kelompok kontrol atau non-PTSD (histogram sebelah kiri) dan naracoba kelompok eksperimental atau PTSD (histogram sebelah kanan). Jika diamati secara keseluruhan masing-masing kelompok mengalami apa yang disebut asimetri, namun yang berbeda adalah pada kelompok naracoba non-PTSD nilai frekuensi amplitudo gelombang otaknya menunjukkan hasil selisih nilai rerata yang mendekati nilai simetris serta tidak terlampau jauh berbeda bila dibandingkan dengan naracoba dengan

gelombang alfa (8-13 Hz). Perbedaan gelombang tiap detik pada tiap kanal dari 4 titik kanal NicoletOne EEG VIASYS dianalisis satu persatu dan dikalkulasi secara manual menggunakan statistika sederhana, yaitu menghitung frekuensi amplitudo yang muncul pada grid 15 hingga >20. Setelah perhitungan amplitudo selesai, dilanjutkan dengan menghitung mean (rerata) dari nilai skala amplitudo yang paling besar dan asimetri. Setelah data keseluruhan diolah dan disaring, lalu dibuatlah hasil data akhir dalam bentuk grafik. Teknik pengolahan dan analisis data ini disebut dengan *time-domain* berbasis skala amplitudo.

PTSD. Pada naracoba dengan PTSD nilai selisih yang cukup jauh berbeda menunjukkan bahwa kualitas nilai gelombang alfa $F4 < F3$ tampak jelas, walaupun pada rentang skala 10-15 terdapat nilai $F4 > F3$ namun nilainya kecil bila dibandingkan dengan skala 5-10, sedangkan pergantian tipe gelombang otak terjadi pada rentang skala >15. Naracoba non-PTSD pun lebih didominasi oleh rasa kantuk yang berpengaruh terhadap nilai frekuensi amplitudo gelombang otaknya, sehingga nilai frekuensi amplitudo dapat mencapai angka 70.

Gambar 3. Rerata nilai perbandingan gelombang alfa



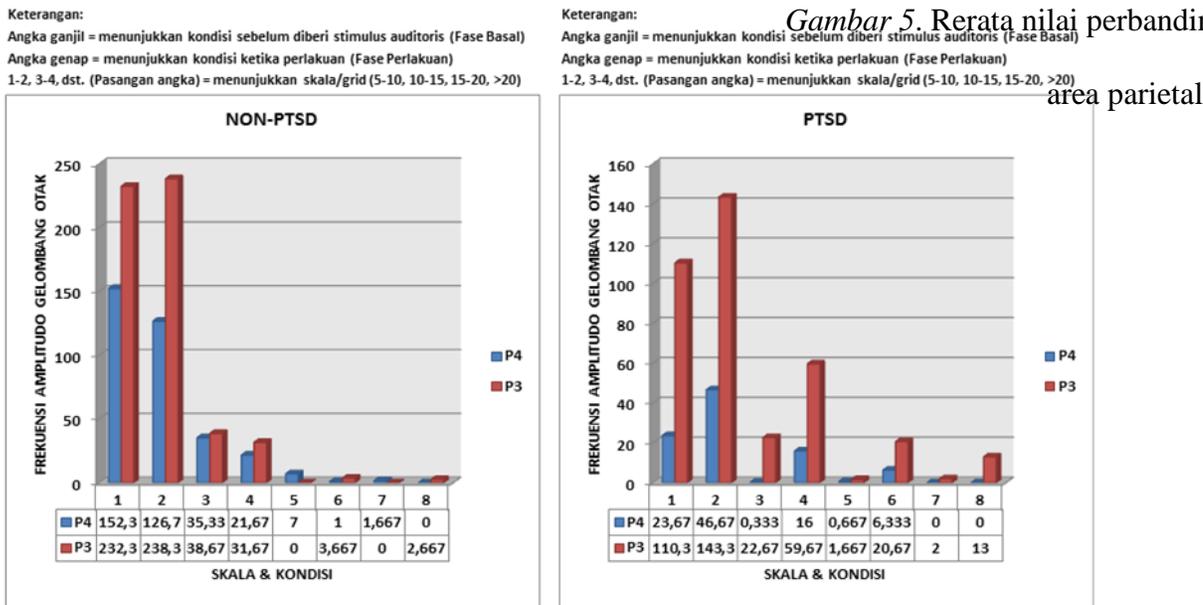
area frontal

Sebagaimana yang telah dijelaskan oleh Horlings (2008) bahwa bila pemunculan aktivitas di hemisfer kiri bagian frontal (anterior) lebih tinggi daripada hemisfer kanan (dengan ditandai oleh aktivitas gelombang otak alfa di hemisfer kiri lebih rendah dari hemisfer kanan) maka naracoba tersebut merasakan emosi positif atau kecenderungan untuk mendekati karena menyukai stimulus. Sebaliknya jika aktivitas hemisfer kanan yang lebih tinggi dari hemisfer kiri maka naracoba yang bersangkutan merasakan emosi negatif atau kecenderungan untuk menjauh karena tidak menyukai stimulus (Davidson, 1998; Coan & Allen, 2004).

Tingkat keaktifan parietal pada naracoba kelompok eksperimental lebih aktif bila dibandingkan

dengan naracoba pada kelompok kontrol, hal ini terlihat dari sebaran diagram batang yang masih ada pada rentang skala terakhir, yaitu skala (grid) >20. Pada naracoba kelompok non-PTSD terlihat adanya asimetri namun bila dibandingkan dengan naracoba kelompok PTSD, nilai selisih perbandingan masih tampak jauh pada kelompok PTSD khususnya untuk tahap basal, tetapi berbanding terbalik ketika pada tahap perlakuan (skala/grid 5-10). Pada rentang skala 5-10, naracoba pada kelompok PTSD mengalami peningkatan nilai frekuensi amplitudo ketika diberikan stimulus auditoris, baik itu pada P4 maupun P3, berbeda dengan naracoba pada kelompok kontrol untuk P4 mengalami penurunan sedangkan P3 mengalami peningkatan.

Gambar 5. Rerata nilai perbandingan gelombang alfa



Namun pada naracoba kelompok kontrol tidak disertai dengan pemunculan frekuensi amplitudo pada rentang skala (grid) 15-10 dan >20, walaupun pada dasarnya naracoba kelompok non-PTSD sama-sama mengalami kecemasan tetapi dengan jenis yang beragam (*anxious apprehension* dan *anxious arousal*), tidak seperti naracoba pada kelompok

Pembahasan

Hasil penelitian ini dapat menjelaskan mengenai model dimensional emosi Davidson (1999) dan Horlings (2008), yaitu valensi atau disebut juga dengan *hemispherical emotional valence* (HEV) yang berkaitan dengan dimensi emosi positif-negatif/menyenangkan-tidak menyenangkan, serta dimensi keterbangkitan/keterusikan (tenang-tidak tenang).

Selanjutnya, naracoba yang mengalami asimetri hemisfer gelombang otak alfa terbukti telah mengalami gangguan stres pasca traumatik baik itu pada saat *resting EEG* maupun pada saat pemberian stimulus berlangsung. Walaupun pada naracoba kelompok kontrol pun menunjukkan pola asimetri

PTSD yang konsisten menunjukkan kondisi *anxious arousal*. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan kognitif yang meningkat akan mengubah kecemasan dari yang lebih mengaktivasi fisiologis perilaku (kecemasan somatis) menjadi kecemasan yang lebih mengaktivasi proses berpikir (kecemasan kognitif) (Ramirez, 2001).

namun perbedaannya tidak sejauh kelompok eksperimen. Kemungkinan hal ini terjadi karena adanya artifak khususnya otot-otot mata dan wajah, yang muncul dari kelompok kontrol yang menunjukkan rasa kantuk, hal tersebut muncul karena adanya rasa bosan dari waktu yang cukup lama pada saat dilakukan pengukuran gelombang otak.

Selain waktu yang cukup lama, spesifikasi *stimulus related to brainwave* pada saat pengukuran gelombang otak pun tidak dimunculkan seperti halnya pada teknik ERP (*event-related potential*), sehingga membuat peneliti menggunakan jumlah total hasil keseluruhan data gelombang otak (*pooling*

brainwave data). Hal ini didasari karena peneliti menggunakan analisis data yang disebut *time-domain technique* berbasis skala amplitudo.

Penelitian mengenai emosi dengan menggunakan sinyal EEG masih sangat awal. Perlu kajian lebih lanjut dengan jumlah sampel yang lebih banyak sehingga dapat dilakukan uji statistik yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan gelombang otak pada orang normal dan orang PTSD. Dengan kata lain data sinyal EEG yang ditunjukkan

Kesimpulan dan Saran

- 1) Secara umum hasil pengukuran gelombang otak pada naracoba yang mengalami gangguan stres pasca traumatik menunjukkan adanya perbedaan dan perubahan yang asimetri pada gelombang otak α (alfa), baik sebelum maupun pada saat pemberian stimulus auditoris berupa suara hujan dan petir, baik pada naracoba dengan gangguan stres pasca traumatik tingkat berat maupun moderat.
- 2) Perbedaan dan perubahan asimetri gelombang otak α (alfa) tampak pada area frontal (F3 dan F4) maupun area parietal (P3 dan P4), dengan kualitas yang berbeda-beda namun menunjukkan kondisi yang sama terutama pada area frontal.
- 3) Hasil interpretasi artifak dan analisis respirasi berbanding positif atau sama dengan hasil data asimetri gelombang otak pada naracoba yang mengalami gangguan stres pasca traumatik.

gelombang otak subyek sangat bervariasi. Hal ini karena meskipun subyek dirangsang untuk mengalami emosi yang sama namun aktivitas otak masih sangat dipengaruhi oleh proses pikiran lainnya. Penelitian ini memberikan tantangan baru untuk penelitian sejenis selanjutnya. Oleh karena itu untuk melengkapi hasil data EEG perlu dilakukan pengukuran dengan teknik pencitraan otak lainnya, terutama yang berbasis struktural otak seperti fMRI, MRI, PET-*scan*, SPECT, dan MEG.

Kesimpulan

Saran

Saran Teoritis

- 1) Berdasarkan rancangan penelitian yang digunakan, untuk terlebih dahulu diadakan uji optimasi waktu khususnya untuk rancangan pengukuran EEG dan stimulus. Uji optimasi waktu dilakukan untuk mengetahui ketepatan dalam rentang waktu pengukuran EEG, baik itu pada saat fase basal ataupun fase perlakuan. Terutama agar faktor kejenuhan tidak muncul bahkan hingga rasa kantuk.
- 2) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan jumlah naracoba yang lebih banyak, agar uji signifikansi tingkat perbedaan dengan menggunakan statistik dapat dilakukan.
- 3) Perlu dilakukannya uji responsivitas stimulus, khususnya dalam penentuan naracoba kelompok kontrol atau yang tidak mengalami masalah psikologis, karena setiap individu memiliki penghayatan ataupun respon yang berbeda-beda terhadap setiap stimulus.

Saran Praktis

Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan lebih dari satu tipe gelombang otak (beta, teta, delta, gamma, myu), agar dapat

digunakan sebagai indikator pendukung dalam melihat kesesuaian frekuensi gelombang otak terutama ketika terdapat pergantian tipe gelombang otak.

Referensi

- Aldwin, Carolyn M. 2007. *Stress, Coping, and Development: an Integrative Perspective*, 2nd Ed. New York: The Guilford Press.
- Anonymous (2008). Single-Subject Design. *Chapter 7*, p. 206. Retrieved from http://www.sagepub.com/upm.../25657_Chapter7
- Aw, TC., et al. 2007. *Pocket Consultant: Occupational Health*, 5th Ed. USA: Blackwell Publishing Ltd.
- Bell, Paul A., et al. 1990. *Environmental Psychology*. USA: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Bremner, Douglas J. 2002. Neuroimaging Studies in Post-Traumatic Stress Disorder. *Journal of Current Psychiatry Reports*, 4, 254–263.
- Budzynski, Thomas H., et al. 2009. *Introduction to Quantitative EEG and Neurofeedback: Advanced Theory and Applications*, 2nd Edition. Oxford: Elsevier Inc.
- Byiers, Breanne J., Reichle, Joe., & Symons, Frank J. November 2012. Single-Subject Experimental Design for Evidence-Based Practice. *Journal of NIH Public Access*, 21(4), 397–414. doi:10.1044/1058-0360(2012/11-0036).
- Campbell, Donald T., et al. 1963. *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research*. USA: American Educational Research Association.
- Campbell, Donald T., et al. 2002. *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- Chaplin, J.P. 1981. *Kamus Lengkap Psikologi*. Jakarta: PT. Rajagrafindo Persada.
- Christensen, Larry B. 1988. *Experimental Methodology*, 4th Edition. Massachusetts: Allyn and Bacon, Inc.
- Davidson, Richard J. 1998. Affective Style and Affective Disorders: Perspectives from Affective Neuroscience. *Journal of Cognition and Emotion Psychology Press Ltd.*, 12 (3), 307-330.
- Davidson, Richard J., Abercrombie, Heather, Nitschke, Jack B., & Putnam, Katherine. 1999. Regional brain function, emotion and disorders of emotion. *Journal of Elsevier Science Ltd.*, 9, 228-234.
- Davison, Gerald C., et al. 2010. *Psikologi Abnormal, Edisi ke-9*. Jakarta: PT. Rajagrafindo Persada.
- Dorland, W.A. Newman. 2000. *Kamus Kedokteran Dorland, Edisi 29*. Jakarta: EGC Medical Publishers.
- Erwina, Ira. 2010. *Pengaruh Cognitive Behavior Therapy Terhadap Post-Traumatic Stress Disorder Pada Penduduk Pasca Gempa di Kelurahan Air Tawar Barat Kecamatan Padang Utara Propinsi Sumatera Barat* (Tesis magister tidak dipublikasikan). UI, Depok.
- Everly, George S. Jr. 2002. *A Clinical Guide to the Treatment of the Human Stress Response*, 2nd Edition. New York: Kluwer Academic Publishers.
- Eysenck, M.W. ed. 1990. *The Blackwell Dictionary of Cognitive Psychology*. Cambridge, Massachusetts: Basil Blackwell Ltd.
- Gallagher, Michela., et al. 2003. *Handbook of Psychology, Volume 3 Biological Psychology*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Gazzaniga, Michael S. 2009. *Cognitive Neuroscience: The Biology of The Mind*, 3rd

- Ed. New York: W. W. Norton & Company, Inc.
- Graziano, Antony M., et al. 2000. *Research Methods: A Process of Inquiry, 4th Ed.* Needham Heights: A Pearson Education Company.
- Greenstein, Ben., et al. 2000. *Color Atlas of Neuroscience: Neuroanatomy and Neurophysiology.* New York: Thieme.
- Guyton, Arthur C., et al. 2006. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran, Edisi 11.* Jakarta: EGC Medical Publisher.
- Hardi, Erick P. (25 Maret 2013). Longsor Cililin Bencana Terbesar di Jawa Barat. Diperoleh dari <http://www.tempo.co/read/news/2013/03/25/058469162/Puluhan-Warga-Cililin-Tertimbun-Tanah-Longsor>
- Helmikawaty, Rohmah. 2013. *Eksperimental Single Subject Design Tentang Peningkatan Keyakinan Diri Dalam Mengambil Keputusan Menggunakan Konseling Social Cognitive Career Pada Siswa Kelas 3 SMAN 22 Bandung* (Skripsi sarjana tidak dipublikasikan). UNJANI, Cimahi.
- Horlings, Robert. 2008. *Emotion Recognition Using Brain Activity* (Unpublished thesis master of science). Delft University of Technology, Netherlands.
- International Labour Office, in Collaboration with the International Ergonomics Association. 2010.
- Kaplan, Harold I., Sadock, Benjamin J., & Grebb, Jack A. 2010. *Sinopsis Psikiatri, Ilmu Pengetahuan Perilaku Psikiatri Klinis, Jilid 1.* Tangerang: Binarupa Aksara.
- Kaplan, Harold I., Sadock, Benjamin J., & Grebb, Jack A. 2010. *Sinopsis Psikiatri, Ilmu Pengetahuan Perilaku Psikiatri Klinis, Jilid 2.* Tangerang: Binarupa Aksara.
- King, Laura A. 2010. *Psikologi Umum.* Jakarta: Salemba Humanika.
- Lestari, Listia Deasy. 2011. *Pengaruh Spiritual Emotional Freedom Technique (S-EFT) Terhadap Penurunan Derajat Anxiety (Kecemasan) Pada Penderita Specific Phobia* (Skripsi sarjana tidak dipublikasikan). UNJANI, Cimahi.
- Lui, Su et al. 2009. *High-Field MRI Reveals an Acute Impact on Brain Function in Survivors of The Magnitude 8.0 Earthquake in China.* USA: Washington University School of Medicine.
- Matlin, Margaret W. 2009. *Cognitive Psychology, 7th Ed International Student Version.* New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Matsumoto, David. 2009. *The Cambridge Dictionary of Psychology.* New York: Cambridge University Press.
- National Institute of Mental Health (n.d.). *Post-Traumatic Stress Disorder.* Retrieved from <http://www.nimh.nih.gov>
- Octaviani, Ulfa. 2011. *Studi Atensi Terhadap Stimulus Visual Pada Cerebral Cortex Manusia Menggunakan Electroencephalograph Dalam Kelas Sinyal Event Related Potential* (Skripsi sarjana tidak dipublikasikan). ITB, Bandung.
- Othmer, Siegfried & Othmer, Susan F. 2009. Post Traumatic Stress Disorder – The Neurofeedback Remedy. *Journal of Association for Applied Psychophysiology & Biofeedback*, 37(1), 24–31.
- Papalia, Diane E. 2008. *Human Development (Psikologi Perkembangan), Edisi ke-9.* Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Pavlović, S., Hasanović, M., & Prelić, N. K. 2012. Changes in Intellect Area in War Veterans with Developed PTSD. *Journal of Psychiatria Danubina*, 2012; 24(3), 377–383.
- Pinel, John P.J. 2009. *Biopsikologi, Edisi ke-7.* Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Praditya, Erlangga Bintang. 2011. *Peranan Akupunktur GI dalam Penurunan Kadar Stres Mahasiswa Pria ITB H-1 Jelang Sidang Sarjana Melalui Pengukuran Gelombang Alfa* (Tesis magister tidak dipublikasikan). ITB, Bandung.
- Purawijaya, Dandri Aly. 2013. *Evaluasi Paparan Cahaya Biru Terhadap Perubahan Gelombang Otak Beta Pengendara Simulasi Mobil di Malam Hari* (Skripsi sarjana tidak dipublikasikan). ITB, Bandung.

- Rosenberg, Robin S., & Kosslyn, Stephen M. 2011. *Abnormal Psychology*. New York: Worth Publishers.
- Schinka & Velicer, et al. 2003. *Handbook of Psychology Vol. 2 Research Methods in Psychology*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Seo, Ssang-Hee & Lee, Jung-Tae. (March 2010) *Stress and EEG*. Convergence and Hybrid Information Technologies, Marius Crisan (Ed.), ISBN: 978-953-307-068-1, InTech. Retrieved from <http://www.intechopen.com/books/convergence-and-hybrid-information-technologies/stress-and-eeg/>
- Shaughnessy, John J. 2012. *Research Methods in Psychology, 9th Edition*. New York: The McGraw-Hill Companies.
- Shin, Lisa M., Rauch, Scott L., & Pitman, Roger K. 2006. Amygdala, Medial Prefrontal Cortex, and Hippocampal Function in PTSD. *Journal of New York Academy of Sciences*, 1071, 67–79. doi: 10.1196/annals.1364.007
- Snell, Richard S. 1996. *Neuroanatomy Klinik*. Jakarta: EGC.
- Stewart, Jennifer L., Levin, Rebecca L., Sass, Sarah M., Heller, Wendy, & Miller, Gregory A. October 2008. Anger Style, Psychopathology, and Regional Brain Activity. *Journal of NIH Public Access*, 8(5), 701–713. doi:10.1037/a0013447.
- Stuart-Hamilton, Ian. 2007. *Dictionary of Psychological Testing, Assessment, and Treatment, 2nd Ed*. London & Philadelphia: Jessica Kingsley Publishers.
- Susanty, Eka. 2012. *Efektivitas Terapi Eye Movement Desensitization and Reprocessing (EMDR) Dalam Penanganan Post Traumatic Stress Disorder (PTSD) pada Ibu-Ibu Rumah Tangga Korban Bencana Gempa, Kec. Pangalengan, Jawa Barat* (Tesis magister tidak dipublikasikan). Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Tatum, William O., Husain, Aatif M., Benbadis, Selim R., & Kaplan, Peter W. 2008. *Handbook of EEG Interpretation*. USA: Demos Medical Publishing, LLC.
- Trans Cranial Technologies. 2012. *Cortical Functions Reference*. Hong Kong: Trans Cranial Technologies Ltd
- Williams, Mary Beth. & Poijula, Soili et al. 2002. *The PTSD Workbook*. USA: New Harbinger Publications.
- Wiramihardja, Sutardjo A. 2004. *Pengantar Psikologi Klinis Edisi Revisi*. Bandung: PT Refika Aditama.