EFEKTIVITAS TRAINING FUNGSI EKSEKUTIF MELALUI PERMAINAN DIGITAL DALAM MENINGKATKAN KAPASITAS FUNGSI EKSEKUTIF DAN PERFORMA AKADEMIK MATEMATIKA

Abstrak

1. Performa bermatematika anak-anak Indonesia, dilaporkan jauh dari harapan. Penelitian menyebutkan kemampuan matematika anak Indonesia berada pada level rendah. Temuan terdahulu menyebutkan fungsi eksekutif berperan dalam performa dan prestasi matematika. Penelitian ini bertujuan menguji efektivitas penggunaan training terkomputerisasi yang mengadopsi paradigma pengukuran fungsi eksekutif, untuk mendongkrak performa bermatematika. Paradigma tugas seperti n-back task, flanker task, go no/go task, numerical-estimation task, dan stroop task, dirangkai menjadi suatu latihan melalui aplikasi OpenSesame®. Kelompok eksperimen (n=32), diberikan 45 menit training selama 7 hari, dan diberikan tes matematika pada pre dan post-tes. Kemudian, dibandingkan dengan kelompok kontrol (n=34) yang juga diberikan pre dan post-test tanpa diberi perlakuan apapun. Hasil pengujian menunjukkan perbedaan rerata yang signifikan (t=-5,04; p<0,05) pada kelompok eksperimen antara hasil pretest dan posttest. Sedangkan pada kelompok kontrol, tidak ada perbedaan signifikan (t=-1,21; p>0,05). Hasil uji ANAVA terhadap skor kapasitas fungsi eksekutif setiap sesi menunjukkan perbedaan signifikan (F=13,47; p<0,05), dengan plot rerata skor meningkat.
2. *Kata Kunci :* Performa Akademik, Matematika, Fungsi Eksekutif, Kapasitas Fungsi Eksekutif

Berdasarkan hasil beberapa studi internasional, seperti Trends in International Mathematics and Science Study(TIMSS) dan Programme for International Student Assesment(PISA), sejak tahun 1999 capaian kompetensi matematika anak-anak Indonesia tidak menunjukkan hasil yang menggembirakan. Padahal, dalam kurikulum sekolah di Indonesia, setiap jenjang persekolahan selalu memuat mata pelajaran matematika (Kemendikbud, 2018). Sampai tahun 2015, berdasarkan hasil PISA, skor anak-anak Indonesia dalam performa berhitung hanya berada di angka 386, di mana rerata skor dari Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) berada di skor 490, dan diperkirakan baru tahun 2063 akan mencapainya (World Bank, 2018). Pada studi tersebut disebutkan, pada tahun 2015 siswa Indonesia hanya berada di peringkat ke 64 dari 72 negara dalam kemampuan matematika (Biro Komunikasi dan Layanan Masyarakat Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2016).

Pada studi terbaru, seperti studi dari Research on Improving Systems of Education (RISE) pada 2018 menemukan, kemampuan matematika siswa di Indonesia berada di level rendah (Beatty, Berkhout, Bima, Coen, & Suryadarma, 2018). Studi ini menemukan, siswa kelas 1 hanya memiliki probabilitas menjawab benar soal matematika hanya 22%, dan pada kelas 12 probabilitasnya meningkat hanya hingga 43%, atau peningkatan melalui proses pembelajaran selama 12 tahun rata-rata hanya meningkat 21% saja dalam matematika. Bahkan, pada studi tersebut ditemukan bahwa kemampuan matematika siswa pada tahun 2014, lebih rendah daripada tahun 2000 pada setiap jenjang (Beatty dkk., 2018).

Fakta hasil studi di atas, menjadi sebuah fenomena yang penting untuk dipecahkan, terutama mengenai usaha bagaimana mengakselerasi kemampuan akademik matematika siswa Indonesia. Berangkat dari hal tersebut, perlu upaya penelaahan mendalam mengenai faktor yang dapat mendorong peningkatan kemampuan matematika anak-anak Indonesia. Sehingga, berakar dari penelaahan tersebut akan menghasilkan solusi untuk menyelesaikan persoalan rendahnya kemampuan matematika anak-anak Indonesia.

Performa individu dalam matematika, terkait erat dengan kapasitas fungsi eksekutif. Remaja dengan prestasi matematika rendah, berhubungan dengan kemampuan penggunaan strategi yang tidak efisien, seperti pada saat mengalkulasi solusi, yang hal ini melibatkan *working memory* dan fungsi eksekutif (Brown, 2018). Fungsi eksekutif, seperti *goal setting*, perencanaan dan pembuatan prioritas, pengorganisasian, memelihara dan memanipulasi informasi dalam *working memory*, pengalihan perhatian secara fleksibel, dan *self-monitoring*, sangat penting untuk semua aspek dari performa akademik (Meltzer, 2010).

Fungsi eksekutif berpengaruh terhadap prestasi matematika dalam berbagai hal, misalnya pada saat proses penyelesaian masalah matematika, proses *updating* membantu dalam menahan informasi yang relevan dan pengambilan sebagian informasi mengenai hasil penyelesaian matematika dalam memori (Bull & Lee, 2014). Selanjutnya menurut Bull dan Lee (2014), kemampuan kontrol inhibisi bisa menghentikan strategi yang tidak diperlukan pada saat penyelesaian masalah matematika, atau menahan penggunaan informasi dari masalah kata yang tidak relevan pada solusi matematika.

Selain itu, kemampuan *shifting* juga dapat membantu dalam beralih di antara beberapa operasi, strategi solusi, rentang kuantitas, notasi serta operasi antar tahap yang kompleks dalam berbagai tahap penyelesaian masalah (Bull & Lee, 2014). Pada temuan penelitian lain, menyebutkan kapasitas *working memory* yang adekuat, merupakan komponen penting dalam perkembangan aritmetika, dan malah kapasitas ini muncul untuk menyokong manipulasi mental yang diperlukan untuk kalkulasi (Berch, Geary, & Koepke, 2016).

Hasil penelitian Cragg, Keeble, Richardson, Roome dan Gilmore (2017) yang menginvestigasi pengaruh langsung serta tidak langsung fungsi eksekutif dalam prestasi matematika, menemukan bahwa fungsi eksekutif menjelaskan 34% varians dari prestasi matematika, 12% varians dari pengetahuan faktual, 15% varians dalam *skill* prosedural, dan 5% varians dalam pemahaman konseptual. Pada penelitian ini ditemukan bahwa salah satu elemen dari fungsi eksekutif yakni keterampilan *working memory*, berhubungan dengan prestasi matematika dan juga pada komponen pengetahuan faktual *skill* aritmatika, pemahaman konseptual dan keterampilan prosedural. Temuan ini memberikan gambaran bagaimana peran fungsi eksekutif dalam memfasilitasi individu dalam mencapai target prestasi akademik.

Fungsi eksekutif dapat dilatih dan dapat ditingkatkan tak terbatas pada setiap usia –meski mungkin menggunakan pendekatan yang berbeda, fungsi eksekutif dapat ditingkatkan melalui latihan dan praktik (Diamond, 2013). Terkait hal itu, premis tersebut juga dikonfirmasi oleh hasil meta analisis yang dilakukan oleh Mowszowski, Lampit, Walton, dan Naismith (2016) yang meninjau secara sistematis mengenai penggunaan strategi training berbasis kognitif untuk meningkatkan fungsi eksekutif pada subjek usia lanjut (N=4120; M=>50 tahun). Pada temuan mereka disebutkan, 11 dari 13 percobaan yang dilakukan dilaporkan menghasilkan peningkatan fungsi eksekutif yang signifikan, dengan *size effect* yang moderat (Mowszowski dkk., 2016). Bahkan pada penelitian lain, seperti penelitian Law, Fong, dan Yau (2018) yang memberikan program latihan fungsional untuk meningkatkan fungsi eksekutif pada subjek 60 keatas dengan ganguan kognitif ringan, menunjukkan hasil fungsi eksekutif yang meningkat signifikan.

Selaras hal tersebut, pada penelitian lain hasil meta analisis menyebutkan strategi pengembangan fungsi eksekutif termasuk beberapa permainan terkomputerisasi, usaha training secara langsung maupun pendekatan kurikulum, mengindikasikan bahwa fungsi eksekutif dapat ditingkatkan dan sangat penting *outcome* nya diperlukan untuk mendukung optimalisasi belajar dan penyelesaian masalah (Clements, Sarama, & Germeroth, 2016). Berdasarkan hal tersebut, sangat memungkinkan untuk dilakukannya sebuah upaya untuk meningkatkan kapasitas fungsi eksekutif yang pada penelitian terdahulu disebutkan terkait erat dengan kemampuan matematika individu. Geary (2017) menyatakan, semakin besar kapasitas fungsi eksekutif terutama *working memory*, semakin baik belajar matematikanya. Kapasitas fungsi eksekutif, dalam hal ini adalah hasil skor yang dikalkulasi dengan merata-ratakan z-skor dari masing-masing pengukuran aspek fungsi eksekutif (Case dkk., 2017).

Terkait dengan peningkatan kapasitas fungsi eksekutif ini, sebuah penelitian dilakukan oleh Homer, Plass, Raffaele, Ober, & Ali (2018) yang mencoba meningkatkan kemampuan fungsi eksekutif melalui permainan video *game*. Terhadap subjek usia sekolah menengah atas, mereka diminta memainkan *Alien Game*, permainan *digital* yang dikembangkan untuk melatih sub kemampuan dari fungsi eksekutif yakni peralihan perhatian (*shifting*), selama 20 menit setiap minggu selama enam minggu. Temuan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa Alien *Game* ini memiliki pengaruh signifikan terhadap peningkatan fungsi eksekutif. Peneliti berargumentasi, bahwa *game* *digital* dapat menjadi alat yang efektif untuk melatih keterampilan kognitif ketika secara eksplisit dan teliti dirancang untuk meningkatkan kapasitas keterampilan kognitif tertentu (Homer dkk., 2018).

Pada penelitian lainnya, Seperti dalam penelitian Salminen, Strobach, dan Schubert (2012) yang menggunakan *dual n*-*back* *task* dan *attentional* *blink* *task* dalam paradigma yang sama selama 14 hari, dengan tujuan meningkatkan kapasitas *Working memory* dan efeknya terhadap fungsi eksekutif. Temuan penelitian menunjukkan pelatihan *Working memory* ini meningkatkan kemampuan *reasoning*, dan secara keseluruhan hasil penelitian mengonfirmasi temuan sebelumnya bahwa *working memory* dapat dilatih dan efek latihan ini dapat digeneralisir pada berbagai cabang fungsi eksekutif (Salminen dkk., 2012).

Berdasarkan atas uraian yang telah dijelaskan, penelitian ini hendak menguji efektivitas training fungsi eksekutif terhadap kapasitas fungsi eksekutif dan peningkatan performa akademik matematika siswa. Strategi yang dialamatkan pada proses fungsi eksekusi dapat menjadi *starting point* dalam meningkatkan performa akademik (Meltzer dalam Goldstein & Naglieri, 2014). Melalui penelitian ini, peneliti merancang training fungsi eksekutif melalui permainan *digital* kemudian menguji efektivitasnya dalam meningkatkan performa akademik matematika siswa. Pada penelitian ini, peneliti hendak menguji hipotesis penelitian yakni “Training Fungsi Eksekutif melalui permainan digital efektif meningkatkan performa akademik matematika”

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, dengan desain penelitian eksperimen *The pre-test and post-test control group design.* Pada eksperimen ini, subjek di kelompokan untuk mendapatkan treatment atau kondisi alternatif dengan proses yang acak seperti lemparan koin atau tabel angka random (Shadish, Cook, & Campbell, 2002)*.* Variabel pada penelitian ini adalah Performa Akademik Matematika sebagai variabel terikat pertama, dan Kapasitas Fungsi Eksekutif sebagai variabel terikat kedua. Sedangkan, Variabel bebasnya adalah Training Fungsi Eksekutif, yang di digitalisasi melalui aplikasi OpenSesame*®*.

Partisipan pada penelitian ini adalah sebanyak 66 siswa MA Persis 31 Banjaran, yang terdiri dari 23 laki-laki dan 43 perempuan. Karakteristik subjek pada penelitian ini adalah: (1) berusia antara 15-17 tahun; (2) terbiasa menggunakan komputer; (3) tidak memiliki gangguan penglihatan yang parah; (4) tidak memiliki gangguan kognitif; (5) dominan menggunakan tangan kanan (*right handed)*; (6) bersedia mengikuti rangkaian training hingga akhir sesi. Partisipan diberikan tes matematika sebagai pre-tes, dan di kelompokkan secara acak melalui bantuan aplikasi Microsoft Excel®, menjadi dua kelompok yakni kelompok eksperimen (n=32) dan kelompok kontrol (n=34). Kelompok eksperimen diberikan latihan Training Fungsi Eksekutif yang dioperasikan melalui aplikasi OpenSesame*®*pada komputer di laboratorium Madrasah Aliyah Persis 31 Banjaran. Training Fungsi Eksekutif diberikan dengan durasi selama 45 menit setiap hari selama 7 hari.

Prosedur penelitian dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama, seluruh partisipan yang bersedia berpartisipasi diberikan lembaran persetujuan (*informed* *consent*) untuk mengikuti penelitian. Kemudian, partisipan dikumpulkan untuk diberikan pre-tes berupa 21 butir tes matematika, yang telah disusun oleh guru Matematika Madrasah Aliyah Persatuan Islam 31 Banjaran yakni sdr. Candra Himawan, S.Pd bersama peneliti. Hasil pengujian reliabilitas alat tes matematika ini menunjukkan koefisien Cronbach’s α=0,71 dan rata-rata korelasi biserial Rbis=0,414, rerata tingkat kesukaran P=0,43 serta standar eror pengukuran sebesar SEM=1,99.

Pada tahap kedua, partisipan dikelompokkan pada dua kelompok yakni eksperimen dan kontrol secara acak dengan bantuan aplikasi Microsoft Excel®, melalui formula =rand(). Masing-masing skor pre-tes kelompok berdistribusi normal, baik pada kelompok eksperimen (*Z=*0,132; p>0,05) maupun kelompok kontrol (*Z=*0,124; p>0,05). Rerata skor pre-tes kedua kelompok pun memiliki nilai setara (*t=*-0,264, p>0,05) dan data bersifat homogen (*Levene’s Test F=*0,119; p>0,05), hasil pengujian ini dapat dilihat pada tabel berikut:

### Tabel 1. Uji-t sampel independen pada data Pre-Test antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Uji Sampel Independen** | | | | | | | | |
|  | | Tes Kesetaraan Varians Levene’s | | t-test untuk kesetaraan rerata | | | | |
| F | Sig. | t | df | Sig.(2-ekor) | Perbedaan Rerata | Perbedaan Std. Error |
|
| *Pre-Test* | Varians diasumsikan setara | ,119 | ,731 | -,264 | 64 | ,793 | -,33101 | 1,25462 |
| Varians diasumsikan tidak setara |  |  | -,264 | 63,997 | ,792 | -,33101 | 1,25201 |

Terhadap kelompok eksperimen, mereka di undang untuk diberikan latihan Training Fungsi Eksekutif, setiap pukul 10.00 selama 45 menit setiap hari selama 7 hari. Training dilakukan di Laboratorium Komputer Madrasah Aliyah Persatuan Islam 31 Banjaran, disajikan melalui komputer dengan *refresh rate* 60hz dan tingkat kecerahan sebesar 70%. Training diberikan melalui aplikasi *Runtime* OpenSesame®, dan respons partisipan dari papan tombol direkam secara otomatis oleh aplikasi tersebut.

Pada tahap ketiga, kedua kelompok dikumpulkan kembali dan diberikan tes matematika yang sama seperti pada pre-tes, dan skor nya dianalisis sebagai data post-tes. Pelaksanaan tes matematika baik pada pre-tes maupun post-tes dilaksanakan dalam durasi 30 menit, menggunakan kertas dan pensil.

Instrumen alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari tes matematika yang dipergunakan pada pre-tes dan post-tes, dan juga aitem-aitem pada Training Fungsi Eksekutif melalui permainan secara terkomputerisasi. Aitem-aitem tes matematika digunakan untuk mengukur performa matematika subjek penelitian. Sedangkan, aitem pada Training Fungsi Eksekutif digunakan untuk mengukur kapasitas fungsi eksekutif. Skor kapasitas fungsi eksekutif adalah hasil kalkulasi dengan merata-rata kan skor-z pada setiap aspek pengukuran fungsi eksekutif (Case dkk., 2017), yang pada penelitian ini hasil rata-rata skor-z nya di konversi menjadi T-Skor {50+10(z)}.

Pada tes matematika, tes disusun dan divalidasi bersama guru matematika MA Persis 31 Banjaran, sdr.Candra Himawan,S.Pd. Soal Tes yang dibuat berjumlah 25 soal dengan durasi pengerjaan 45 menit. Muatan bahasan soal berisi sub materi penjumlahan (n=6), Pecahan (n=3), Bangun Ruang (n=6), Grafik (n=5) dan Statistik (n=5). Hasil uji reliabilitas pada tes, menunjukkan koefisien Cronbach α=0,71 dan rata-rata korelasi biserial Rbis=0,414 serta standar eror pengukuran sebesar SEM=1,99. Sebanyak 4 butir soal tes dieliminasi, kerena memiliki koefisien korelasi biserial yang sangat kecil (<0,2). Sehingga, butir tes yang disertakan pada pretes berjumlah 21 soal.

Sedangkan pada pengukuran kapasitas fungsi eksekutif, skor pengukuran diperoleh dari hasil akurasi respons Training Fungsi Eksekutif, berupa *n-back task* (1-*back* & 2-*back*) yang mengukur *working memory* (Lezak, 2012), *flanker task* yang mengukur atensi selektif dan kontrol eksekutif (Voelcker-Rehage, Niemann, Hübner, Godde, & Winneke, 2016), *numerical estimation task*  yang mengukur *working memory* (Tan dkk., 2007)*, Go-No-Go Task* yang mengukur kontrol inhibisi dan monitor konflik (Lezak, 2012; Maruo, Sommer, & Masaki, 2017; Sánchez-Kuhn dkk., 2017), *Stroop Task* yang mengukur fleksibilitas kognitif (Jensen & Rohwer Jr., 1966; Scarpina & Tagini, 2017), dan *dual n-back task* yang mengukur fokus atensi (Lilienthal, Tamez, Shelton, Myerson, & Hale, 2013).

Masing-masing skor pengukuran dikonversi menjadi skor z dan di hitung rata-ratanya (Case dkk., 2017) kemudian di konversi kepada skor T. Hasil pengujian reliabilitas terhadap pengukuran kapasitas fungsi eksekutif, menunjukkan koefisien Cronbach’s α=0,97(n=1000). Untuk tingkat reliabilitas masing-masing pengukuran disajikan dalam Tabel 2.

### Tabel 2. Analisis reliabilitas sub tugas pengukuran aspek fungsi eksekutif.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | | | | | | |
| Koefisien | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| Alpha Cronbach | 0,91 | 0,83 | 0,87 | 0,83 | 0,75 | 0,92 | 0,94 | 0,85 | 0,58 | 0,73 |
| Standar Eror Pengukuran | 4,5 | 4,59 | 4,36 | 4,74 | 3,47 | 4,67 | 4,4 | 4,0 | 3,1 | 4,4 |
| Spearman-Brown Random: | **0,9** | **0,92** | **0,91** | **0,85** | **0,83** | **0,94** | **0,94** | **0,85** | **0,7** | **0,85** |
| Jumlah Aitem | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Sub-tugas : 1=1-Back Task, 2=2-Back Task, 3=Dual 1 Back Task, 4=Estimasi Numerik Regular Task, 5=Estimasi Numerik Fast Task, 6=Flanker Center Task, 7=Flanker Reverse Task, 8=Go Task, 9=No Go Task, 10=Stroop Task

Training Fungsi Eksekutif yang digunakan dalam penelitian ini adalah adalah seperangkat latihan tugas terkomputerisasi dalam bentuk *digital* dengan menggunakan Aplikasi OpenSesame®, yang berisi 6 tugas yakni *Classic n-back Task, Go/No-Go Task, Numerical Estimation Task, Flanker Task, Stroop Task,* dan *Dual n-Back Task*. Ke enam perangkat latihan tersebut digunakan secara berurutan dengan instruksi di setiap awal tugas, dan diakhiri dengan tampilan hasil skor akurasi dan waktu reaksi. Proses training ini, seperti halnya proses pengetesan berulang, yang diharapkan menghasilkan efek positif terhadap individu. Hal ini dilandasi oleh hasil penelitian Karpicke dan Roediger (2008) dimana temuannya menyebutkan bahwa pengetesan berulang akan menghasilkan banyak efek positif dan meningkatkan retensi ingatan jangka panjang.

*Classic* *n-back* *Task.* Tugas *Classic n-back* ini berisi dua ‘n’ yakni 1-*back* dan dilanjut dengan 2-*back* yang masing-masing menyajikan 100 kali stimulus. Stimulus yang muncul berupa 9 kotak gambar kosong, kemudian muncul tampilan kotak berwarna berisi huruf maupun angka sebagai distraktor, yang akan muncul secara acak bergantian pada salah satu dari 9 kotak yang ada. Partisipan harus merespon dengan mengklik “spasi”, ketika kotak berwarna muncul kembali pada posisi sebelumnya, setelah di jeda satu kemunculan di posisi lainnya. Pada tugas 2-back, partisipan diharuskan mengklik “spasi”, pada saat muncul kotak berwarna di tempat semula, setelah dua jeda kemunculan kotak berwarna di posisi lainnya.

*Go/No-Go* *Task.* Pada Training ini akan disajikan dua tugas yakni Go-Task dan No-Go Task. Pada Go-Task, partisipan akan disajikan gambar-gambar binatang dalam waktu 1300 milidetik, secara bergantian. Partisipan akan diminta untuk mengklik “spasi” pada papan tombol, di setiap munculnya binatang yang merupakan anggota kelompok burung-burungan (Aves). Setiap partisipan berhasil mengklik spasi pada setiap muncul hewan burung, maka akan mendapat skor 1. Sedangkan pada No-Go Task, pada layar akan disajikan berbagai gambar benda, dan setiap munculnya benda tersebut, partisipan harus mengklik “spasi” kecuali ketika muncul benda dengan kategori “barang elektronik”. Partisipan harus menghentikan untuk mengklik tombol “spasi” saat muncul benda dengan kategori barang elektronik (no go).

*Numerical* *Estimation* *Task.* Pada task ini, partisipan akan disajikan tampilan berupa satu pertanyaan dan dua jumlah angka di kiri dan di kanan dengan jumlah berbeda secara acak. Responden diminta menaksir jumlah angka mana yang lebih besar atau lebih kecil, di kiri atau di kanan dengan menekan tombol kiri atau kanan. Setelah 100 kemunculan stimulus pertama dengan durasi 1000ms, akan dilanjutkan ke tugas selanjutnya yang sama namun dengan durasi lebih cepat yakni 500ms, yang muncul sebanyak 100 kali stimulus.

*Flanker* *Task.* Pada task ini, layar akan menyajikan 5 buah deret gambar yang sama, dengan arah yang sama kecuali gambar di tengah yang arahnya acak. Deret gambar tersebut tersaji secara vertikal, horizontal maupun diagonal secara acak bergantian. Partisipan diminta mengklik tombol arah sesuai dengan arah gambar yang ada di tengah. Pada tugas kedua, partisipan akan diminta menekan tombol sesuai arah gambar yang bukan di tengah namun di gambar lainnya (*reverse*).

*Stroop* *Task.* Pada task ini, akan muncul secara bergantian kata warna-warna yang berwarna sama maupun berbeda secara acak sebanyak 100 kali. Setiap stimulus disajikan selama 1000 milidetik. Partisipan diminta untuk mengklik tombol “A” atau “L”, dimana jika antara gambar dan warna sama klik “L” jika berbede klik tombol “A”.

*Dual n-Back Task.* Pada task ini, hampir sama seperti sajian n-back task, namun bentuk dan stimulus yang berbeda. Pada layar akan tersaji 9 lingkaran kosong, dimana secara bergantian akan muncul gambar emotikon di tempat yang berbeda secara acak. Bersamaan dengan hal tersebut, akan muncul kata-kata emosi di antara lingkaran kosong. Responden diminta untuk mengklik tombol “A” setiap muncul kata yang sama setelah jeda satu kemunculan kata lainnya dan mengklik tombol “L”, ketika gambar emotikon kembali ke posisi semula setelah jeda kemunculan gambar di posisi lainnya.

Hasil data penelitian akan diuji melalui beberapa tahap analisisis. Analisis data penelitan yang pertama adalah melalui uji perbedaan mean berpasangan melalui uji-t *related samples* (Aron, Coups, & Aron, 2013). Pengujian ini untuk melihat bagaimana signifikansi perbedaan skor antara *Pre-Test* maupun *Post-Test* pada kelompok Eksperimen dan Kelompok Kontrol. Selain itu, analisis data juga akan menggunakan teknik analisis ANAVA dengan mencari *F-Ratio* untuk melihat signifikansi perbedaan rerata skor *Pre-Test* dan *Post-Test* kedua kelompok. Kemudian, juga dilakukan analisis lanjutan dengan melihat Post-hoc analysis melalui metode Fisher Least Square Differences (LSD) untuk melihat perbedaan mean nya. Analisis selanjutnya yang digunakan adalah dengan Multivariate Analysis of Variance (MANOVA). Analisis MANOVA merupakan analisis statistik pada desain dengan lebih dari satu variabel dependen, melalui pengujian ini memungkinkan untuk menguji beberapa variabel dependen dalam satu set gabungan saat pengondisian variabel independen (Coolican, 2014). Analisis yang diterapkan adalah dengan Teknik General Linear Measures Repeated Measures (GLM-RM). Analisis ini untuk melihat perubahan skor akurasi respon subjek penelitan dari waktu ke waktu selama training berlangsung.

Hasil

Berdasarkan hasil pengambilan data pada *Pre-Test,* *Post-Test* dan pengukuran Kapasitas Fungsi Eksekutif, rerata skor pada hasil Pre-Test partisipan adalah 44,35 (SD=5,05) sedangkan rerata skor Post-Test partisipan adalah 49,65 (SD=9,94), kemudian skor kapasitas fungsi eksekutif dari setiap pengukuran training secara berurutan yakni 41,80 (SD=7,70) pada pengukuran hari pertama, 47,24 (SD=6,91) pada hari kedua, selanjutnya 50,47 (SD=6,26), 50,90 (SD=6,41), 52,17 (SD=6,15), 53,16 (SD=6,15), dan 54,23 (SD=6,09) pada hari terakhir (lihat Tabel 3).

### Tabel 3. Deskripsi data skor hasil pengukuran variabel Performa Matematika dan Kapasitas Fungsi Eksekutif

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Variabel | | Min | Maks | Rerata | SD | N |
| Skor Performa Matematika | Pre-test | 31,23 | 52,87 | 44,35 | 5,05 | 66 |
| Post-test | 32,64 | 72,44 | 49,65 | 9,94 | 66 |
| Skor Kapasitas Fungsi Eksekutif | T1 | 23,38 | 57,06 | 41,80 | 7,70 | 32 |
| T2 | 34,19 | 59,31 | 47,24 | 6,91 | 32 |
| T3 | 39,33 | 63,77 | 50,47 | 6,26 | 32 |
| T4 | 36,33 | 62,26 | 50,90 | 6,41 | 32 |
| T5 | 40,69 | 61,85 | 52,17 | 6,15 | 32 |
| T6 | 39,95 | 62,51 | 53,16 | 6,15 | 32 |
| T7 | 43,11 | 64,31 | 54,23 | 6,09 | 32 |

Pada analisis pertama, pengujian dilakukan dengan membandingkan *mean* antara *Pre-Test* dan *Post-Test* tes matematika yang diberikan pada kelompok eksperimen dan kontrol. Analisis perbandingan mean yang pertama adalah melalui uji-t, dengan indikator signifikansi perbandingan antara t-hitung yang sama atau lebih besar daripada t-tabel pada tingkat kepercayaan 95% (p<0,05) dan derajat kebebasan n-1. Hasil pengujian skor *Pre-Test* dan *Post-Test* pada dua kelompok disajikan pada tabel berikut :

### Tabel 4. Uji-t berpasangan antara Pre-Test dan Post-Test kelompok kontrol dan eksperimen.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Uji-t Sampel Berpasangan** | | | | | | | | | |
|  | | Perbedaan pada Pemasangan | | | | | Uji-t | dk | Sig.(2-ekor) |
| Rerata | Standar Deviasi | Rerata Standar Error | 95% Interval kepercayaan dari perbedaan | |
| Terbawah | Teratas |
| Pasangan 1 | *PreTes*\_eksperimen - *PostTes*\_eskperimen | -8,90 | 9,99 | 1,76 | -12,51 | -5,31 | -5,04 | 31 | ,000 |
| Pasangan 2 | *PreTes*\_kontrol –*PostTes*\_kontrol | -1,91 | 9,17 | 1,57 | -5,11 | 1,29 | -1,22 | 33 | ,233 |

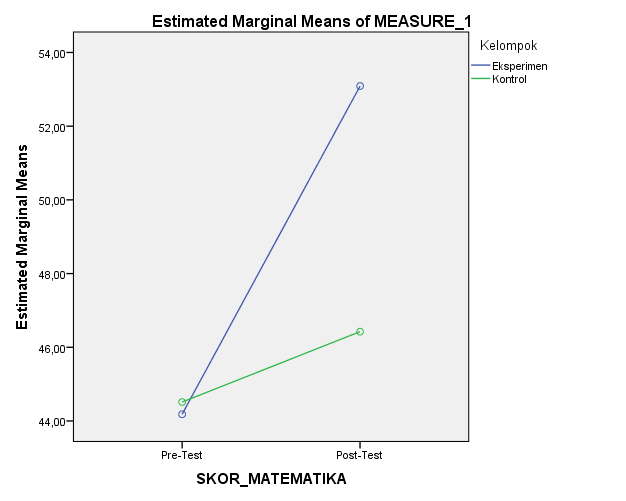
Berdasarkan hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 4, pada pasangan pertama yang membandingkan antara skor *Pre-Test* dan *Post-Test* pada kelompok eksperimen, menunjukkan hasil perbedaan yang signifikan *t=*-5,044 (p<0,05). Sedangkan pada hasil perbandingan rerata *Pre-Test* dan *Post-Test* pada kelompok kontrol, menunjukkan signifikansi dibawah ambang kepercayaan 95% yakni *t=*-1,215 (p>0,05) yang berarti bahwa perbedaan rerata tidak signifikan.

Hasil pengujian tes ini berarti bahwa pada kelompok eksperimen hipotesis nihil ditolak dan menerima hipotesis alternatif. Atau dengan kata lain, hasil ini berarti bahwa terdapat perbedaan rerata skor matematika antara *Pre-Test* dan *Post-Test* pada kelompok eksperimen. Sebaliknya, pada kelompok kontrol, menunjukan adanya penerimaan hipotesis nihil dan menolak hipotesis alternatif. Hasil ini berarti bahwa tidak ada perbedaan rerata skor matematika antara *Pre-Test* dan *Post-Test* pada kelompok kontrol. Bentuk perbedaan rerata skor *Pre-Test* dan *Post-Test* pada kedua kelompok disajikan dalam tabel berikut:

### Tabel 5 Statistik rerata Pre-Test dan Post-Test pada kelompok eksperimen dan kontrol

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Statistik Sampel Berpasangan** | | | | | | | |
|  | | Rerata | N | Std. Deviasi | | Rerata Std. Eror | | |
| Pasangan 1 | *Pre-Test*\_eksperimen | 44,18 | 32 | | 4,91 | | 0,87 |
| *Post-Test*\_eskperimen | 53,09 | 32 | | 9,97 | | 1,76 |
| Pasangan 2 | *Pre-Test*\_kontrol | 44,51 | 34 | | 5,26 | | 0,90 |
| *Post-Test*\_kontrol | 46,42 | 34 | | 8,90 | | 1,52 |

Pada kelompok eksperimen rerata skor matematika pada *Pre-Test* yakni sebesar 44,18 sedangkan pada *Post-Test* meningkat menjadi 53,09, yang berarti perubahan skor antara *Pre-Test* dan *Post-Test* meningkat secara signifikan sebesar 8,91. Kemudian pada kelompok kontrol, pada *Pre-Test* rerata skornya adalah 44,51 sedangkan rerata skor pada *Post-Test* nya adalah 46,42, meningkat sebanyak 1,91, akan tetapi peningkatanya tidak signifikan. Untuk gambaran lebih jelasnya, hasil pengujian mean dari kedua kelompok ini disajikan dalam gambar dibawah ini:



### Gambar 1. Plot rerata skor Pre-Test dan Post-Test kelompok Eksperimen dan kelompok Kontrol

Pada Gambar 1 di atas, menunjukkan gap perbedaan pada saat *Pre-Test* dan *Post-Test* di kedua kelompok. Terlihat pada saat *Post-Test*, gap rerata skor antara kelompok eksperimen dan kontrol melebar, yang menunjukkan peningkatan rerata skor yang signifikan. Atas hadirnya dua hasil statistik ini, mengingat bahwa kelompok eksperimen merupakan kelompok yang diberikan perlakuan yakni *Training* Fungsi Eksekutif, sedangkan kelompok kontrol adalah kelompok yang tidak diberi perlakuan, maka atas dasar ini peneliti mengambil kesimpulan bahwa munculnya perbedaan rerata yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol adalah hasil dari efektivitas perlakuan yang diberikan. Dengan demikian, berdasarkan pengujian statistik yang telah dijelaskan diatas, maka hipotesis dapat diterima berdasarkan fakta temuan penelitian yang telah dilakukan peneliti.

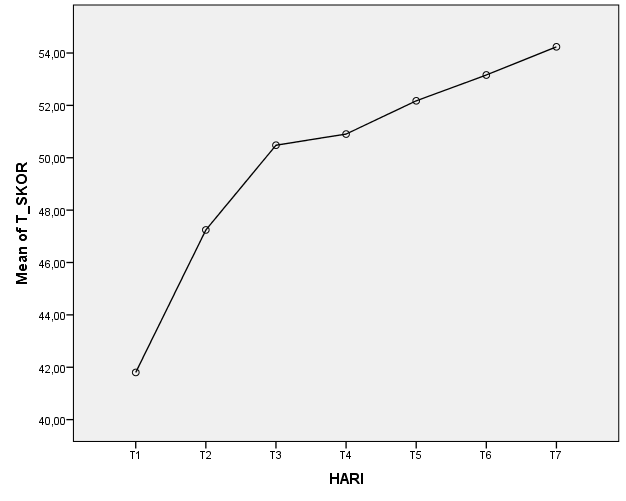
Untuk memperkuat hipotesis pertama bahwa peningkatan rerata skor matematika subjek adalah pengaruh dari *training* yang juga skor kapasitas fungsi eksekutifnya meningkat, maka dilakukan analisis uji ANAVA satu jalur untuk melihat signifikansi perbedaan rerata skor dari kelompok eksperimen pada setiap sesi. Selanjutnya dilakukan juga analisis ANAVA campuran yakni *Repeated Measures*, untuk mengetahui efektifitas Training Fungsi Eksekutif dari hari ke hari dalam interval pengukuran selama eksperimen terhadap kapasitas fungsi eksekutif.

Pada analisis yang pertama, peneliti menguji perbedaan pada skor 7 hari pengukuran kapasitas *training* fungsi eksekutif yang menunjukkan skor-skor akurasi respons *training* pada hari pertama hingga hari ke 7 perlakuan. Analisis yang pertama digunakan Uji-F, yang hasilnya tersaji pada tabel berikut ini :

### Tabel 6. Hasil Uji ANAVA satu jalur terhadap skor kapasitas Fungsi Eksekutif.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ANOVA Satu Jalur** | | | | | |
|  | Jumlah kwadrat | dk | Rerata kwadrat | Uji-F | Signifikansi. |
| Antar Kelompok | 3471,982 | 6 | 578,664 | 13,478 | ,000 |
| Dalam Kelompok | 9316,603 | 217 | 42,934 |  |  |
| Total | 12788,585 | 223 |  |  |  |

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan di atas, didapatkan gambaran bahwa terdapat perbedaan signifikan dari hari ke hari pada pengukuran kapasitas *training* fungsi eksekutif selama tujuh hari. Hasil uji-F menunjukkan koefisien *F*=13,478 (p<0,05), dimana pada taraf kepercayaan 95%, rerata mean antar kelompok pengukuran pada setiap sesinya berbeda secara signifikan. Hal ini memberikan indikasi yang penting bahwa *Training* Fungsi Eksekutif ini efektif meningkatkan kapasitas fungsi eksekutif. Gambaran lebih jelasnya mengenai efek dari *training* pada skor kapasitas fungsi eksekutif di sajikan dalam grafik berikut ini :

**

### Gambar 2. Grafik plot rerata skor kapasitas fungsi eksekutif pada setiap sesi Traning Fungsi Eksekutif.

Pada gambar yang disajikan di atas, tergambar kenaikan rerata skor kelompok eksperimen pada setiap sesi *Training* Fungsi Eksekutif. Peningkatan ini, membuktikan adanya efek dari *training* terhadap variabel dependen yakni kapasitas fungsi eksekutif. Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, peningkatan skor kapasitas fungsi eksekutif secara nyata naik dengan signifikan, namun untuk melihat lebih jelas signifikansi peningkatan sebagai efek dari *training* maka dilakukan analisis lanjutan dari ANAVA tadi atau Test Post-Hoc untuk melihat bagaimana signifikansi peningkatan reratanya dalam interval kelompok pengukur Hasil tes post-hoc perbandingan skor setiap sesi melalui metode Least Square Differences (LSD) Fisher, tersaji pada tabel di bawah ini :

### Tabel 7. Hasil uji lanjut ANAVA Tes Post-hoc LSD pada skor kapasitas Fungsi Eksekutif setiap sesi training.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Perbandingan Beberapa Kali** | | | | | | |
| Variabel Dependen: Skor Kapasitas Fungsi Eksekutif | | | | | | |
| LSD | | | | | | |
| (I) HARI | (J) HARI | Perbedaan Rerata (I-J) | Standar Eror | Sig. | 95% Interval Kepercayaan | |
| Batas Bawah | Batas Atas |
| T1 | T2 | -5,44229\* | 1,63809 | ,001 | -8,6709 | -2,2137 |
| T3 | -8,67691\* | 1,63809 | ,000 | -11,9055 | -5,4483 |
| T4 | -9,10248\* | 1,63809 | ,000 | -12,3311 | -5,8739 |
| T5 | -10,37141\* | 1,63809 | ,000 | -13,6000 | -7,1428 |
| T6 | -11,35844\* | 1,63809 | ,000 | -14,5870 | -8,1298 |
| T7 | -12,43342\* | 1,63809 | ,000 | -15,6620 | -9,2048 |
| T2 | T3 | -3,23462\* | 1,63809 | ,050 | -6,4632 | -,0060 |
| T4 | -3,66020\* | 1,63809 | ,026 | -6,8888 | -,4316 |
| T5 | -4,92912\* | 1,63809 | ,003 | -8,1577 | -1,7005 |
| T6 | -5,91615\* | 1,63809 | ,000 | -9,1448 | -2,6875 |
| T7 | -6,99113\* | 1,63809 | ,000 | -10,2197 | -3,7625 |
| T3 | T4 | -,42557 | 1,63809 | ,795 | -3,6542 | 2,8030 |
| T5 | -1,69450 | 1,63809 | ,302 | -4,9231 | 1,5341 |
| T6 | -2,68152 | 1,63809 | ,103 | -5,9101 | ,5471 |
| T7 | -3,75650\* | 1,63809 | ,023 | -6,9851 | -,5279 |
| T4 | T5 | -1,26893 | 1,63809 | ,439 | -4,4975 | 1,9597 |
| T6 | -2,25595 | 1,63809 | ,170 | -5,4846 | ,9727 |
| T7 | -3,33093\* | 1,63809 | ,043 | -6,5595 | -,1023 |
| T5 | T6 | -,98702 | 1,63809 | ,547 | -4,2156 | 2,2416 |
| T7 | -2,06200 | 1,63809 | ,209 | -5,2906 | 1,1666 |
| T6 | T7 | -1,07498 | 1,63809 | ,512 | -4,3036 | 2,1536 |
| \*. Perbedaan rerata signifikan pada level 0.05 | | | | | | |

Pada tabel diatas, terlihat data signifikansi perbedaan skor antar sesi *Training* Fungsi Eksekutif. Masing-masing perbandingan, memperlihatkan perbedaan mean nya, serta yang perbandingannya signifikan diberikan tanda bintang atau nilai signifikansinya p<0,05. Berdasarkan hasil pengujian di atas, terdapat komparasi yang bernilai signifikan antar sesinya, namun juga ada yang tidak signifikan meskipun meningkat. Contohnya dapat di lihat perbandingan antara *Training* 1 dengan *Training* 2, yang menunjukkan nilai signifikansi p<0,05. Artinya skor pada *training* pertama dan kedua, peningkatan skor rerata nya signifikan, begitupun dari *Training* 2 ke *Training* 3 yang juga bernilai signifikan pada derajat kepercayaan 95%. Akan tetapi, pada *Training* 3 menuju 4, perubahannya meningkat namun tidak signifikan (p>0,05). Begitupun perbandingan pada *Training* 4 ke *Training* 5 dan seterusnya, yang juga tidak signifikan perubahannya.

Untuk memastikan bahwa data skor pengukuran fungsi eksekutif tidak mengalami *ceiling effect*, hasil data skor dilakukan pengolahan deskriptif. *Ceiling effect,* adalah situasi dimana mayoritas nilai yang didapat suatu variabel mendekati batas atas dari pengukurannya, sehingga efek ini akan menghalangi analisis yang bermakna dari hasilnya (VandenBos, 2015).

### Tabel 8 Statistik deskriptif kemiringan data skor kapasitas fungsi eksekutif setiap sesi

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Statistik Deskriptif** | | | | | | | | |
|  | N | Min | Maks | Rerata | Std. Deviasi | Varians | Kemiringan | |
| Statistik | Statistik | Statistik | Statistik | Statistik | Statistik | Statistik | Std. Error |
| T1 | 32 | 23,38 | 57,06 | 41,8019 | 7,70686 | 59,396 | **-,115** | ,414 |
| T2 | 32 | 34,19 | 59,31 | 47,2447 | 6,91355 | 47,797 | **-,071** | ,414 |
| T3 | 32 | 39,33 | 63,77 | 50,4794 | 6,26779 | 39,285 | **,139** | ,414 |
| T4 | 32 | 36,33 | 62,26 | 50,9041 | 6,41525 | 41,155 | **-,279** | ,414 |
| T5 | 32 | 40,69 | 61,85 | 52,1744 | 6,15877 | 37,930 | **-,088** | ,414 |
| T6 | 32 | 39,95 | 62,51 | 53,1609 | 6,15521 | 37,887 | **-,370** | ,414 |
| T7 | 32 | 43,11 | 64,31 | 54,2359 | 6,09021 | 37,091 | **-,226** | ,414 |
| N valid | 32 |  |  |  |  |  |  |  |

Untuk memastikan hal ini, peneliti melihat skor kemiringan (*skewness*) data pada masing-masing waktu pengukuran (lihat Tabel 8), karena untuk melihat apakah terjadi *ceiling effect*  pada data, dapat dilihat dari tingkat kemiringan yang cenderung melebar ke kanan yang lebih besar daripada nol. Data kemiringan data hasil pengukuran pada setiap sesi sebagaimana tersaji pada Tabel 8, memperlihatkan tingkat kemiringan yang tidak melewati angka nol. Sehingga dengan demikian, data hasil pengukuran ini terbebas dari kondisi *ceilling effect.*

Jika pada uji-F yang diperbandingkan adalah rerata skor kapasitas fungsi eksekutif, untuk meningkatkan presisi atau kecermatan pengukuran mengenai efek dari *Training* Fungsi Eksekutif ini, maka dilakukan analisis *Repeated* *Measures,* yang mengukur varians eror / residualnya(Howitt & Cramer, 2017)*.* Karena, menurut Howitt dan Cramer (2017) untuk melihat tren peningkatan pada setiap individu dapat secara sederhana dideduksi dari skor eror yang ditinggalkan (residualnya).

Hasil analisis data melalui teknik amatan ulang ini diperlihatkan pada Tabel 10. Pada tabel Tabel 10, dasar interpretasi yang dapat digunakan adalah melihat dari koefisien yang berada pada baris Greenhouse-Geisser. Hal ini dikarenakan data ini tidak memenuhi asumsi kesamaan varian menurut tes Mauchly’s of Sphericity (lihat Tabel 9) . Berdasarkan hal tersebut, dapat dilihat bahwa nilai pada pengujian amatan ulang menunjukkan koefisien *F*=119,233 (p<0,05). Hasil pengujian terhadap residu data skor kapasitas fungsi eksekutif ini berarti terdapat perbedaan yang signifikan peningkatan skor kapasitas fungsi eksekutif pada setiap sesi *training*.

### Tabel 9. Hasil Tes Mauchly’s of Sphericity pada pengukuran Kapasitas Fungsi Eksekutif.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Uji Mauchly's of Sphericity** | | | | | | | |
| Pengukuran : Kapasitas Fungsi Eksekutif | | | | | | | |
| Efek dalam kelompok | Mauchly's W | Perkiraan. Chi-Square | dk | Sig. | Epsilon | | |
| Greenhouse-Geisser | Huynh-Feldt | Batas bawah |
| Kapasitas\_Fungsi\_Eksekutif | ,175 | 50,166 | 20 | ,000 | ,624 | ,720 | ,167 |

### Tabel 10. Hasil analisis amatan ulang pada data kapasitas Fungsi Eksekutif pada setiap sesi training.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Uji Pengaruh Dalam Subjek** | | | | | | | |
| Sumber | | Jumlah kwadratTipe III | dk | Rerata kwadrat | F | Sig. | *Partial Eta Squared* |
| *KAPASITAS*\_FUNGSI\_EKSEKUTIF | Asumsi Sphericity | 166187,433 | 6 | 27697,906 | 119,233 | ,000 | ,794 |
| Greenhouse-Geisser | 166187,433 | 3,664 | 45354,719 | 119,233 | ,000 | ,794 |
| Huynh-Feldt | 166187,433 | 4,216 | 39416,354 | 119,233 | ,000 | ,794 |
| Batas terbawah | 166187,433 | 1,000 | 166187,433 | 119,233 | ,000 | ,794 |
| Eror(*KAPASITAS*\_FUNGSI\_EKSEKUTIF) | Asumsi Sphericity | 43207,781 | 186 | 232,300 |  |  |  |
| Greenhouse-Geisser | 43207,781 | 113,589 | 380,386 |  |  |  |
| Huynh-Feldt | 43207,781 | 130,702 | 330,581 |  |  |  |
| Batas terbawah | 43207,781 | 31,000 | 1393,799 |  |  |  |

Temuan ini menunjukkan bahwa efek *training* terhadap peningkatan fungsi eksekutif berdampak nyata pada variabel dependennya. Untuk lebih detail melihat tingkat signifikansi efek dari *training* ini, dapat di lihat hasil perbandingan antar mean pada setiap sesi *training* yang disajikan dalam tabel berikut ini :

### Tabel 11. Perbandingan pasangan mean metode LSD analisis Repeated Measures

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Perbandingan Beberapa Kali** | | | | | | |
| (I)KapasitasFungsiEksekutif | (J)KapasitasFungsiEksekutif | Perbedaan rerata (I-J) | Std. Eror | Signifikansi | 95% Interval Kepercayaan | |
| Batas Bawah | Batas Bawah |
| 1 | 2 | -5,443\* | ,556 | ,000 | -6,577 | -4,309 |
| 3 | -8,678\* | ,516 | ,000 | -9,730 | -7,625 |
| 4 | -9,102\* | ,718 | ,000 | -10,566 | -7,639 |
| 5 | -10,373\* | ,776 | ,000 | -11,956 | -8,789 |
| 6 | -11,359\* | ,720 | ,000 | -12,827 | -9,891 |
| 7 | -12,434\* | ,765 | ,000 | -13,995 | -10,873 |
| 2 | 3 | -3,235\* | ,386 | ,000 | -4,022 | -2,447 |
| 4 | -3,659\* | ,487 | ,000 | -4,652 | -2,667 |
| 5 | -4,930\* | ,633 | ,000 | -6,220 | -3,639 |
| 6 | -5,916\* | ,607 | ,000 | -7,154 | -4,679 |
| 7 | -6,991\* | ,626 | ,000 | -8,268 | -5,715 |
| 3 | 4 | -,425 | ,413 | ,312 | -1,267 | ,417 |
| 5 | -1,695\* | ,528 | ,003 | -2,773 | -,617 |
| 6 | -2,682\* | ,540 | ,000 | -3,782 | -1,581 |
| 7 | -3,757\* | ,558 | ,000 | -4,895 | -2,618 |
| 4 | 5 | -1,270\* | ,579 | ,036 | -2,450 | -,090 |
| 6 | -2,257\* | ,565 | ,000 | -3,409 | -1,104 |
| 7 | -3,332\* | ,615 | ,000 | -4,587 | -2,077 |
| 5 | 6 | -,987\* | ,410 | ,022 | -1,822 | -,151 |
| 7 | -2,062\* | ,553 | ,001 | -3,190 | -,933 |
| 6 | 7 | -1,075\* | ,418 | ,015 | -1,928 | -,222 |

Pada pengukuran amatan ulang di atas, dapat terlihat secara jelas dan lebih presisi tingkat signifikansi perubahan variabel dependen sebagai hasil dari perlakuan variabel dependen pada penelitian ini. Berdasarkan Tabel 11, hampir semua perbandingan antar sesi *Training* Fungsi Eksekutif menghasilkan efek yang signifikan pada kapasitas fungsi eksekutifnya. Hanya pada perbandingan sesi *Training* 3 ke *Training* 4 saja yang menunjukkan peningkatannya tidak signifikan. Atau dengan kata lain, *Training* Fungsi Eksekutif ini terbukti berpengaruh pada meningkatnya kapasitas fungsi eksekutif individu.

Berbagai data temuan yang telah dijelaskan di atas, seluruhnya mengantarkan pada penerimaan hipotesis yang dirumuskan oleh peneliti. Hipotesis didukung oleh temuan hasil analisis t-test dan F-test yang telah diuraikan sebelumnya. Kekuatan dari kesimpulan hipotesis yang pertama ini diperkuat oleh temuan yang dihasilkan dari analisis pengujian lanjutan.

Diskusi

Hasil studi yang dilakukan pada penelitian ini, menyediakan bukti bahwa pelatihan yang bertujuan melatih fungsi eksekutif efektif berpengaruh terhadap peningkatan kapasitas fungsi eksekutif sekaligus performa akademik matematika. Pada pengujian pertama pada penelitian ini, melalui hasil pretes matematika tergambar bahwa baik kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol memperlihatkan performa yang setara dalam pre-tes matematika yang diberikan (lihat Tabel 1). Sehingga, berangkat dari fakta tersebut, dalam penelitian ini perubahan skor yang bersamaan pada kelompok eksperimen semata-mata adalah efek perlakuan yang diberikan.

Pada langkah pembuktian hipotesis pada penelitian ini menemukan adanya perbedaan rerata mean yang signifikan pada kelompok eksperimen. Perbedaan rerata ini hasil dari pembandingan antara skor sebelum dan sesudah perlakuan pada kelompok eksperimen. Melalui uji-t (lihat Tabel 4), hasil pembandingan ini memperlihatkan perbedaan rerata skor kelompok yang signifikan, berbeda dengan kelompok kontrol yang selisih perbedaan skornya menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan. Hal ini memberikan bukti bahwa signifikansi perbedaan mean ini semata-mata hasil dari perlakuan yang diberikan yakni *Training* Fungsi Eksekutif yang diberikan pada kelompok eksperimen. Faktor perlakuan terlihat dari signifikansinya uji-t sebagaimana telah dijelaskan.

Temuan penelitian ini, selaras dengan pendapat Meltzer yang menyatakan bahwa strategi yang dialamatkan pada proses fungsi eksekutif dapat menjadi *starting point* dalam meningkatkan performa akademik (Goldstein & Naglieri, 2014). Pendapat tersebut yang dijadikan dasar argumentasi peneliti pada penelitian ini, terbukti dengan hasil analisis statistik sebelum dan setelah perlakuan yang menunjukkan hasil yang mendukung. Melalui temuan ini, menghasilkan suatu *insight* baru mengenai keterkaitan erat antara fungsi eksekutif dengan performa akademik matematika. Meskipun pada temuan penelitian sebelumnya pun telah ditemui fakta penelitian, dimana kapasitas *working memory* yang merupakan salah satu elemen fungsi eksekutif, memprediksi kemampuan akademik matematika dan kompetensi penyelesaian masalah eksplisit (Geary dkk., 2017). Begitupun dalam penelitian lainnya, yang menyimpulkan bahwa elemen fungsi eksekutif terutama *working memory* memainkan peranan langsung pada prestasi matematika (Cragg dkk., 2017). Fungsi eksekutif, seperti perencanaan, kontrol, penyelesaian masalah dan atau penalaran memainkan peranan yang relevan ketika penyelesaian masalah numerik (Berch dkk., 2016). Akan tetapi, pada rancangan intervensi pada penelitian ini, secara langsung menyasar berbagai keterampilan fungsi eksekutif yang tidak secara khusus hanya *working memory* saja. Meski demikian memang, performa akademik tidak hanya hasil peran *working memory* saja, namun juga melibatkan atensi, kontrol inhibisi dan keterampilan fungsi eksekutif lainnya, yang juga menjelaskan variabilitas yang substansial dalam prestasi matematika di sekolah (Clark, Pritchard, & Woodward, 2010).

Lebih jauh, efektivitas *Training* Fungsi Eksekutif yang dibuktikan dalam penelitian ini, tidak menutup kemungkinan juga berpengaruh pada aspek performa akademik lainnya. Karena, berbagai elemen fungsi eksekutif yang disasar oleh intervensi pada penelitian ini juga sangat penting untuk semua aspek performa akademik (Meltzer, 2010). Pada sisi lain, fungsi eksekutif juga bukanlah merupakan entitas yang tetap sebagaimana halnya intelegensi, melainkan fungsi eksekutif ini dapat dilatih dan ditingkatkan kapasitasnya melalui latihan dan praktik (Diamond, 2013). Sehingga, *Training* Fungsi Eksekutif ini akan dapat berguna sebagai bagian dari intervensi dalam proses pendidikan di sekolah. Bentuk intervensi nya pun tidak memerlukan proses yang sangat panjang, karena sebagaimana temuan lainnya dalam penelitian ini, memperlihatkan setelah 4-5 kali *training* dilakukan, tingkat keterampilan fungsi eksekutif meskipun terus meningkat namun mulai semakin stabil dan tidak memperlihatkan progres peningkatan yang signifikan (lihat Tabel 7 dan Gambar 2). Sehingga intervensi yang menyasar keterampilan fungsi eksekutif sebagaimana pada penelitian ini, menjadi cara sederhana yang dijadikan alat fungsional dalam proses akademik di persekolahan. Karena selama ini kapasitas fungsi eksekutif individu, tidak cukup mendapatkan perhatian secara langsung dalam proses pendidikan. Sebagai hasilnya, terdapat kesenjangan yang besar yang memisahkan antara keterampilan dan strategi yang diajarkan di sekolah dengan yang berasal dari kebutuhan proses fungsi eksekutif (Meltzer, 2007, hlm. xii).

Terkait dengan keberfungsian alat *Training* Fungsi Eksekutif yang dirancang pada penelitian ini juga, telah dibuktikan cukup ajeg. Selain telah dapat membuktikan fungsinya untuk meningkatkan performa akademik matematika, alat ini juga cukup fungsional sebagai alat ukur kapasitas fungsi eksekutif hingga elemen-elemennya. Sebagai alat ukur, alat *Training* Fungsi Eksekutif ini terbukti memiliki reliabilitas yang memuaskan (lihat Tabel 2), meskipun masih memerlukan beberapa penyempurnaan seperti pada sub latihan *No-Go Task* yang memiliki koefisien reliabilitas yang belum memadai. Sub latihan *No-Go* ini bertujuan mengukur respon inhibisi atau keterampilan mengerem perilaku. Meski demikian, sub tes lainnya seperti *Go-Task, Stroop* dan sub latihan lainnya, pun mengukur dan melatihkan keterampilan inhibisi juga. Sehingga, alat *training* ini bisa dijadikan sebagai alat ukur yang cukup memadai untuk mengukur kapasitas fungsi eksekutif selain dijadikan alat *training*.

Selain efektif untuk meningkatkan performa matematika, sebagai alat latihan untuk meningkatkan kapasitas fungsi eksekutif, *Training* Fungsi Eksekutif juga terbukti efektif. Hal ini diperlihatkan pada hasil dari uji beda pada kelompok eksperimen antar interval waktu pada setiap sesinya. Hasil uji beda melalui teknik analisis ANAVA, didapatkan hasil bahwa dari waktu ke waktu selama 7 hari *training* dilakukan, kapasitas fungsi eksekutif terus meningkat signifikan. Data respon dari hari ke hari *training*, terus meningkat meskipun sebagaimana tergambar di Tabel 7 pada hari ke 4 dan selanjutnya peningkatan tidak terlalu signifikan. Namun, setidaknya, skor yang diasumsikan sebagai kapasitas fungsi eksekutif ini terus meningkat dan tidak menurun. Hal ini mengindikasikan bahwa efek *training* efektif dalam menyasar kapasitas fungsi eksekutif. Meski demikian, efektifivas peningkatan kapasitas fungsi eksekutif pada setiap sesinya terlihat dari hasil perbandingan residu pada setiap sesi, dimana melalui analisis *Repeated Measures* ANAVA memperlihatkan signifikansi peningkatan pada setiap sesi latihan (lihat Tabel 11).

Temuan penelitian ini relevan dengan penelitian sebelumnya meski berbeda, bahwa ketika secara eksplisit dan teliti di rancang untuk meningkatkan kapasitas keterampilan kognitif seperti fungsi eksekutif, pelatihan dengan bentuk permainan digital dapat berpengaruh secara signifikan (Homer dkk., 2018). Meskipun, pada penelitian Homer dan koleganya, intervensi yang digunakan berbentuk *Alien Game,* yang sama sekali berbeda dengan *training* ini.

Adapun demikian, fakta statistik yang didapatkan pada studi saat ini, memperlihatkan kenyataan bahwa *training* yang dirancang, memberikan dampak signifikan pada meningkatnya keterampilan fungsi eksekutif. Kesimpulan ini juga didukung fakta pada temuan pertama dimana *training* ini berhasil meningkatkan performa akademik matematika yang pada penelitian-penelitian terdahulu ditemui berkorelasi dengan fungsi eksekutif (Berch dkk., 2016; Geary dkk., 2017).

Kesimpulan

Berdasarkan berbagai telaahan serta studi penelitian yang telah dilakukan peneliti, secara umum fakta penelitian mendukung hipotesis yang diajukan peneliti. Hasil penelitian yang dilakukan juga terbukti memperkuat literatur-literatur yang menjadi dasar argumentasi penelitian ini, juga relevan dan selaras dengan berbagai penelitian terdahulu dalam tema yang serupa. Berbagai hasil pengolahan data temuan penelitian mendukung kesimpulan bahwa Training Fungsi Eksekutif efektif dalam meningkatkan performa akademik matematika individu remaja usia sekolah menengah. Temuan lain yang juga didapatkan pada penelitian ini menyimpulkan bahwa Training Fungsi Eksekutif ini efektif dalam meningkatkan kapasitas fungsi eksekutif baik secara parsial maupun secara keseluruhan.

Penelitian yang menggunakan rancangan Training Fungsi Eksekutif yang dibuat secara seksama oleh peneliti melalui sajian permainan digital, berhasil menunjukkan performa efektivitas dalam mempengaruhi seluruh variabel dependen, dalam suatu rangkaian eksperimen yang dilakukan pada studi ini. Hal ini menjadi temuan yang cukup memberi keyakinan bahwa ada alternatif intervensi yang lain, yang dapat diberikan kepada peserta didik untuk mendongkrak performa akademik di sekolah. Meski demikian, perlu juga ada penelitian lebih lanjut dan lebih hati-hati agar keyakinan tentang efektifnya pemberian pelatihan yang menyasar fungsi eksekutif ini dapat diterima dan di generalisasi secara lebih luas.

Kendatipun demikian, berbagai hasil temuan lapangan pada studi ini dapat menambah khazanah keilmuan dalam bidang psikologi dan neurosains kognitif, terutama pada kajian khusus mengenai prefrontal korteks dan fungsi eksekutif secara lebih spesifik. Temuan pada penelitian ini pula dapat menjadi sebuah pijakan awal untuk penelitian-penelitian selanjutnya yang serupa, agar fakta-fakta yang disimpulkan pada penelitian ini teruji dan disempurnakan oleh berbagai perspektif dan fakta temuan penelitian lainnya.

Daftar Pustaka

Aron, A., Coups, E. J., & Aron, E. (2013). *Statistics for psychology*. Boston: Pearson.

Beatty, A., Berkhout, E., Bima, L., Coen, T., & Suryadarma, D. (2018). Indonesia Got Schooled: 15 Years of Rising Enrolment and Flat Learning Profiles. *RISE Working Papers*, 58.

Berch, D. B., Geary, D. C., & Koepke, K. M. (Ed.). (2016). *Development of mathematical cognition: Neural substrates and genetic influences*. Amsterdam ; Boston: Elsevier/Academic Press.

Biro Komunikasi dan Layanan Masyarakat Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2016, Desember 6). Peringkat dan Capaian PISA Indonesia Mengalami Peningkatan. Diambil 12 Maret 2019, dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan website: https://www.kemdikbud.go.id/main/blog/2016/12/peringkat-dan-capaian-pisa-indonesia-mengalami-peningkatan

Brown, R. D. (2018). *Neuroscience of Mathematical Cognitive Development*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76409-2

Bull, R., & Lee, K. (2014). Executive Functioning and Mathematics Achievement. *Child Development Perspectives*, *8*(1), 36–41. https://doi.org/10.1111/cdep.12059

Case, K., Guo, Y., Nixon, S. J., Muller, K., Huo, T., Prather, R., … Shenkman, E. (2017). Exploring the Role of Executive Functioning Capacity in Patient Activation and Health Outcomes Among Medicaid Members With Multiple Comorbidities. *Medical Care Research and Review*, 107755871770941. https://doi.org/10.1177/1077558717709419

Clark, C. A. C., Pritchard, V. E., & Woodward, L. J. (2010). Preschool executive functioning abilities predict early mathematics achievement. *Developmental Psychology*, *46*(5), 1176–1191. https://doi.org/10.1037/a0019672

Clements, D. H., Sarama, J., & Germeroth, C. (2016). Learning executive function and early mathematics: Directions of causal relations. *Early Childhood Research Quarterly*, *36*, 79–90. https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2015.12.009

Coolican, H. (2014). *Research methods and statistics in psychology*. Hove: Routledge.

Cragg, L., Keeble, S., Richardson, S., Roome, H. E., & Gilmore, C. (2017). Direct and indirect influences of executive functions on mathematics achievement. *Cognition*, *162*, 12–26. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2017.01.014

Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, *64*(1), 135–168. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750

Geary, D. C., Berch, D. B., Ochsendorf, R., & Mann Koepke, K. (Ed.). (2017). *Acquisition of complex arithmetic skills and higher-order mathematics concepts*. London, United Kingdom ; San Diego, CA, United States: Academic Press is an imprint of Elsevier.

Goldstein, S., & Naglieri, J. A. (Ed.). (2014). *Handbook of Executive Functioning*. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8106-5

Homer, B. D., Plass, J. L., Raffaele, C., Ober, T. M., & Ali, A. (2018). Improving high school students’ executive functions through digital game play. *Computers & Education*, *117*, 50–58. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.09.011

Howitt, D., & Cramer, D. (2017). *Understanding Statistics in Psychology with SPSS* (7th New edition edition). New York: Pearson Education Limited.

Jensen, A. R., & Rohwer Jr., W. D. (1966). The Stroop Color-Word Test: A review. *Acta Psychologica*, *25*(1), 36–93. https://doi.org/10.1016/0001-6918(66)90004-7

Karpicke, J. D., & Roediger, H. L. (2008). The Critical Importance of Retrieval for Learning. *Science*, *319*(5865), 966–968. https://doi.org/10.1126/science.1152408

Kemendikbud. (2018). *Permendikbud RI No.37 Tahun 2018, Tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 24 Tahun 2016 Tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Pelajaran pada Kurikulum 2013 pada Pendidikan Dasar Dan Pendidikan Menengah*. Jakarta: Kemendikbud.

Law, L. L., Fong, K. N., & Yau, M. M. (2018). Can functional task exercise improve executive function and contribute to functional balance in older adults with mild cognitive impairment? A pilot study. *British Journal of Occupational Therapy*, *81*(9), 495–502. https://doi.org/10.1177/0308022618763492

Lezak, M. D. (2012). *Neuropsychological assessment*. Oxford; New York: Oxford University Press.

Lilienthal, L., Tamez, E., Shelton, J. T., Myerson, J., & Hale, S. (2013). Dual n-back training increases the capacity of the focus of attention. *Psychonomic Bulletin & Review*, *20*(1), 135–141. https://doi.org/10.3758/s13423-012-0335-6

Maruo, Y., Sommer, W., & Masaki, H. (2017). The effect of monetary punishment on error evaluation in a Go/No-go task. *International Journal of Psychophysiology*, *120*, 54–59. https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2017.07.002

Meltzer, L. (2007). *Executive function in education from theory to practice*. New York: Guilford Press.

Meltzer, L. (2010). *Promoting executive function in the classroom*. New York: Guilford Publications.

Mowszowski, L., Lampit, A., Walton, C. C., & Naismith, S. L. (2016). Strategy-Based Cognitive Training for Improving Executive Functions in Older Adults: A Systematic Review. *Neuropsychology Review*, *26*(3), 252–270. https://doi.org/10.1007/s11065-016-9329-x

Salminen, T., Strobach, T., & Schubert, T. (2012). On the impacts of working memory training on executive functioning. *Frontiers in Human Neuroscience*, *6*. https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00166

Sánchez-Kuhn, A., León, J. J., Gôngora, K., Pérez-Fernández, C., Sánchez-Santed, F., Moreno, M., & Flores, P. (2017). Go/No-Go task performance predicts differences in compulsivity but not in impulsivity personality traits. *Psychiatry Research*, *257*, 270–275. https://doi.org/10.1016/j.psychres.2017.07.064

Scarpina, F., & Tagini, S. (2017). The Stroop Color and Word Test. *Frontiers in Psychology*, *8*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00557

Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and Quasi-experimental Designs for Generalized Causal Inference*. Diambil dari https://books.google.co.id/books?id=o7jaAAAAMAAJ

Tan, H.-Y., Chen, Q., Goldberg, T. E., Mattay, V. S., Meyer-Lindenberg, A., Weinberger, D. R., & Callicott, J. H. (2007). Catechol-O-Methyltransferase Val158Met Modulation of Prefrontal Parietal Striatal Brain Systems during Arithmetic and Temporal Transformations in Working Memory. *Journal of Neuroscience*, *27*(49), 13393–13401. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4041-07.2007

VandenBos, G. R. (Ed.). (2015). *APA dictionary of psychology (2nd ed.).* https://doi.org/10.1037/14646-000

Voelcker-Rehage, C., Niemann, C., Hübner, L., Godde, B., & Winneke, A. H. (2016). Chapter 3—Benefits of Physical Activity and Fitness for Lifelong Cognitive and Motor Development—Brain and Behavior. Dalam M. Raab, P. Wylleman, R. Seiler, A.-M. Elbe, & A. Hatzigeorgiadis (Ed.), *Sport and Exercise Psychology Research* (hlm. 43–73). https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803634-1.00003-0

World Bank. (2018). *World Development Report 2018: Learning to Realize Education’s Promise*. Diambil dari doi: 10.1596/978-1-4648-1096-1